昭和32年4月

漁船研究技報

第10号

3996 70

TECHNICAL REPORT OF FISHING BOAT

No. 10

APRIL 1957

BUREAU OF COMMERCIAL FISHERIES
LIBRARY
U. S. FISH AND WILDLIFE SERVICE
P. O. BOX 3830
HONOLULU HAWAII

水産庁 生産部

FISHING BOAT LABORATORY
PRODUCTION DIVISION
FISHERIES AGENCY

MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY
KASUMIGASEKI, CHIYODAKU, TOKYO, JAPAN

目　　次

漁船機関のシリンダ等の摩耗について—X（燃料の影響その 1）……清水三郎、草間喜代松…（1）
自記式2点同時計測網高さ計（Ⅲ型）の二艘曳機船底曳網についての実験結果……葉室親正…（19）
磁気羅盆に関する研究—Ⅶ（試作極地用磁気羅盆の実験第2報）……石井謙治…（41）
圧力計型水温計の試作研究……石井謙治…（55）
定置網に入るブリ魚群の騒音について……橋本富寿、西村　実、間庭愛信…（69）
24 KC と 200 KC 超音波による魚群探知の比較実験……橋本富寿、間庭愛信、西村　実…（79）
超音波の気泡層による減衰について……橋本富寿、西村　実…（87）
記録式簡易水平ソーナーの試作並に海上実験……橋本富寿、間庭愛信、西村　実…（95）

Contents

Wears of Cylinder of Fishing Boat Engine—X —Effect of Fuel Oil No. 1— ……Saburo Shimizu, Kiyomatsu Kusama…(1)

Analysis of Two-boat Trawing Net by Automatic Net Height Meter by Measuring Simulteneously Two Points of the Net ……Chikamatsu Hamuro…(19)

Study on Magnetic Compass Bowl —Report—Ⅶ (Experiments on Hight Latitude Compass Bowl, No. 2) ……Kenji Ishii…(41)

Study on Pressure-Spring Thermometer……Kenji Ishii…(55)

Noise of Yellowtail When It Comes into the Set Net —Relation between the Noise and Amount of Catch —Relation between the Intensity of Noise and Weather— ……Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura, Yoshinobu Maniwa…(69)

Experiment on Different between 24 KC Fish-finder and 200 KC Fish-finder……Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura…(79)

Effect of Bubble Layer on the Attenuation of Ultrasonic Wave……Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura…(87)

Study on Simplified Record Type SONAR and Its Field Test……Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura…(95)

漁船機関のシリンダ等の摩耗について—X
(燃料の影響その1)

清 水 三 郎　　草 間 喜代松

Wears of Cylinder of Fishing Boat Engine-X
— Effect of Fuel Oil No. 1 —

Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA

ABSTRACT

By use of low grade fuel oil the cylinder of diesel engines wears seriously. It is believed that one of most harmful composition of the fuel is sulphur. We have tested small diesel engines which are fitted with plate cylinder liner of porous chromium by using two different diesel fuels. The sulphur composition of these fuels are 2.6% and 5%. Both fuels are originally but the latter is added with concentrated sulphur solution dissolved in carbon desulphide. The results showed that the wears of the cylinder at the T.D.C. of the fist piston ring and the first piston ring are respectively 1.6 and 1.4 times greater in case of 5% sulphur fuel than in case of 2.6% sulphur fuel.

1. ま え が き

最近特に大型デイゼル機関では粗悪燃料（C重油）を使用するので、シリンダの摩耗が非常に多い。漁船機関も大型化されるに伴つて、将来C重油を使う時代が当然来ることが考えられる。吾々は、B重油を使用する漁船機関のシリンダ等の摩耗対策の一つとして、ポーラスクローム鍍金を研究し幾多の試作実験を重ねて好結果を納めて来たが、このポーラスクローム鍍金に対してもC重油は悪影響を及ぼすことが一応考えられる。通常材質シリンダ及びポーラスクローム鍍金シリンダに対するC重油の有害成分としては、硫黄分、灰分、水分、アスファルト分及び夾雑物等があげられる。本実験は硫黄分の影響を把握しようとするものである。

燃料中の硫黄分は次式の如く硫酸を生成し、シリンダ内面を侵すものと考えられる。

$RS + O_2 \rightarrow SO_2,\ SO_3$

$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$

$Cr + H_2SO_4 \rightarrow CrSO_4 + H_2$ (クローム鍍金シリンダの場合)

然し簡単なこの式で解決出来ない問題が沢山ある。例えば

燃料中のS分の化学構造と分布状況

燃焼反応と反応生成物

SO_2, SO_3, H_2SO_4 の生成状態

燃焼生成物とシリンダ壁との反応

シリンダ潤滑油の種類

燃焼生成物とシリンダ油との反応

シリンダ材料の種類

エンヂンの構造

其の他

等が、何れも多少に拘わらず硫黄分の影響に関与してくるのである。然しこれ等の複雑な現象について詳細に検討するには極めて長年の日時を要することになるので、吾々は寧ろ拙速に実際のデーターを把握して、これにより解決策を講ずる路を選ぶことにした。

2. 供 試 燃 料

本実験の目的には、硫黄分の量のみ異なる二種の燃料を使用したい処であるが、これは勿論不可能なことである。次に又燃料中の硫黄分は種々の形で含まれているので（大別すると、R—S、R—S—H、R—S—R 等の形が考えられる）、これ等の硫黄化合物を得て、これを基礎となる燃料に添加して供試燃料を得ることが望ましいが、これ又極めてむづかしい問題である。止むを得ず、本実験では比較的求め易く又廉価な二硫化炭素を利用することにした。勿論二硫化炭素を重油に混合した場合、重油の性状に多少次の様な変化を来すことは止むを得ない。

1. 比重の僅かな増加
2. 粘度の低下
3. 引火点の低下
4. スラッヂの分解
5. 発火点の低下

又二硫化炭素を混合した燃料の硫黄分は、実際の重油中の硫黄化合物と比較すると一段と低分子のものであるが、硫酸の生成及びその腐蝕作用は終局的に前述の式に到達するのであつて、高分子のものと大差ないと考えた。

供試燃料のI号としては、出光興産B重油を使用することにし、II号としてはI号に二硫化炭素を利用して硫黄分を増加したものを用いた。これは二硫化炭素に硫黄粉末を約 13% 溶解したものをI号に添加して、全硫黄分 5% になる様にしたものである。供試燃料I及びII号の性状を第1表に示した。

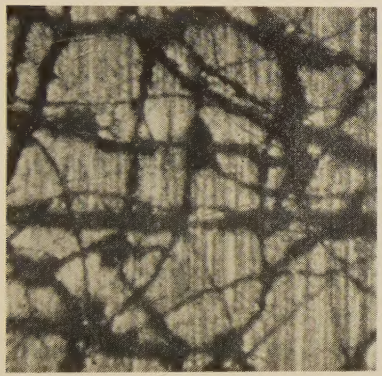
第 1 表　供試燃料工業分析結果

項目		単位	供試燃料 I号 出光興産B重油 全硫黄分 2.6%	供試燃料 II号 硫黄粉を溶解した二硫化炭素をI号に添加したもの 全硫黄分 5.0%
比重		$\frac{15}{4}$°C	0.923	0.924
引火点		°C	107	37
燃焼点		°C	129	96
凝固点		°C	−10	—
粘度 レッドウッド	30°C	sec.	583	549
	50°C	sec.	179	171
	80°C	sec.	68	—

水分	%	0.15	0.15
残炭分	%	6.41	6.35
灰分	%	0.01	0.01
アスフアルト分	%	3.37	3.05
硫黄分（ボンブ法）	%	2.60	5.00
総発熱量	Cal/kg	10,400	10,340
真発熱量	Cal/kg	9,750	9,700
腐蝕試験		合格	銅腐蝕

3. 供試機関及びシリンダ

供試機関はダイヤデイゼル IDVA—5071008 号で、その主要目は次の通りである。



×50
第 1 図　供試シリンダ表面ポーラス状況（摺合運転後）

型式　　4衝程　直立単筒　予燃焼室付
シリンダ内径×行程　　110mm×150mm
標準出力　　8 IP 900 r.p.m.

本機関は、接合棒下端に油引掻棒を有し、主軸受類に飛沫給油をなす。

供試シリンダは、E社がクローム鍍金を施工したもので、最終仕上にバフ研磨を行つた。

ポーラスの状況は第1図に示す如く所謂チヤンネル型で、その有孔度は約 30% と認めた。

ピストンは鋳鉄製、ピストンリングは全部で5本あり、何れも 110×5×4.5 で、第1～第4リングはガスリング、第5リングはオイルリングである。

4. 実験要領

先づ無負荷 500 r.p.m. で 20 時間摺合運転を行い、次に水制動力計に連絡して標準出力（8IP、900 r.p.m.）で合計 600 時間運転した。

燃料は、標準出力運転 0～100 時間及び 300～400、400～500 時間には供試燃料I号（硫黄分2.6%）を、又 100～200、200～300 及び 500～600 時間運転には供試燃料II号（硫黄分 5.0%）を使用した。

摺合運転の前後及び標準出力運転100時間毎にシリンダ内径及びピストンリング等の計測を行い、バルブシート等の手入れ及びクランクケース内の油の入替を行つた。各組立の際、シリンダ冠の締付はトルクレンチを用いて均一に（100 ft-lbs）締付けた。

使用潤滑油は、出光興産 30 番モビール油（比重 0.926 $^{15}/_{4}$°C）であつた。

5. 実験経過

運転中毎時計測した運転性能諸元の概要を第2表に示した。

第 2 表　運転性能諸元の概要

			0～100hr	100～200hr	200～300hr	300～400hr	400～500hr	500～600hr
運転期日			自昭31-5-10 至 5-24	自昭31-5-29 至 6-13	自昭31-6-18 至 7- 3	自昭31-7-11 至 7-26	自昭31-7-31 至 8-16	自昭31-8-21 至 9- 7
出力 HP			8	8	8	8	8	8
回転数 r.p.m.			900	900	900	900	900	900
燃料消費率(平均) gr/HP-hr			250	256	249	246	231	237
噴射器の燃料漏洩量(平均) gr/HP-hr			0.04	0.20	0.42	0.30	0.38	0.67
潤滑油消費量(平均) gr/HP-hr			4.6	4.1	5.6	8.0	13.0	9.2
冷却水温度	入口	最高 °C	17.2	20.3	22.0	24.4	26.0	25.0
		最低 °C	14.0	17.1	20.3	21.0	24.0	21.7
		平均 °C	16.3	18.9	20.8	22.3	24.8	23.4
	出口	最高 °C	37.2	39.4	41.0	43.2	43.9	42.9
		最低 °C	30.0	33.1	34.5	37.3	40.1	36.0
		平均 °C	34.4	37.1	38.4	40.8	42.4	40.6
排気温度		最高 °C	493	510	479	526	494	451
		最低 °C	418	425	420	421	408	413
		平均 °C	439	449	431	460	431	429
潤滑油温度	(ケースクランク内)	最高 °C	55.5	57.0	57.0	58.5	58.5	57.9
		最低 °C	46.6	49.1	50.0	51.8	53.0	51.1
		平均 °C	50.8	53.2	53.4	54.5	55.8	54.5
室内温度		最高 °C	27.0	30.3	29.5	31.3	34.3	31.4
		最低 °C	11.0	18.9	18.1	22.5	24.5	21.5
		平均 °C	19.5	24.6	25.7	27.7	30.8	26.8
起動回数			11	12	12	12	12	12
使用潤滑油比重			出光興産 30 番モビール油　0.926 ($\frac{15}{4}$ °C)					
供試燃料			I 号 (S分2.6%)	II 号 (S分5.0%)		I 号		II 号

150 時間頃から、ノッズルの燃料漏洩量が次第に増加し、220 時間頃には約 1.4 gr/hr にも達した。235 時間以後燃費が急に約 10gr/HP-hr も増加したので、242 時間後ノッズルを点検した処、針弁が固着

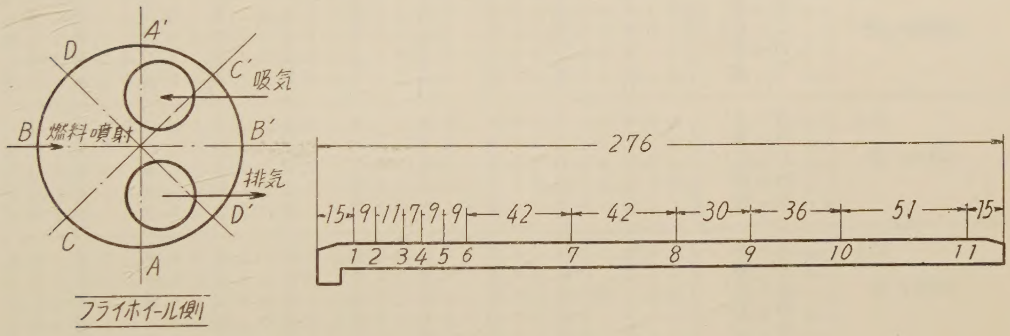
していたので新品に交換した。このノッズルは殆ど漏油がなかつたが、300 時間後に点検した時針弁が固着していた。又新品と交換し、600 時間まで使用したが、二硫化炭素を添加した供試燃料Ⅱ号を使用した時ノッズルの傷みが甚だしかつた。

400 時間後第1リングを交換した。300～400 時間に、潤滑油消費量が漸次増加したが、400 時間以後 20.4 gr/HP-hr に急増した。417 時間後に第5（オイル）リングを新品に交換した。これにより僅か恢復し 11.4 gr/HP-hr になつた。500 時間以後には尚僅か低下した。

各分解の際、シリンダへの潤滑油の回りは略一様で湿潤であつたが、第2図 A′ C′ B′ に示す範囲のシリンダ上部は少なかつた。又燃焼室内のカーボン堆積は、終始僅少で乾いており、シリンダ冠及びピストン冠の鋳鉄表面には、白い硫酸鉄が固着していた。ピストン頭部のカーボン堆積は A′ C′ B′ の範囲に常時僅か見られた。

6. 実 験 成 績

シリンダ内径計測は、第2図に示す如くシリンダ軸線上の 11 箇所で、クランク軸方向、回転方向及びそ



第 2 図　シリンダ内径計測位置

1：ピストン頂部上死点
2：第1リング上死点
3：第2リング上死点
4：第3リング上死点
5：第4リング上死点
6：第5（オイル）リング上死点
7：任意に定めた点
8：　〃
9：第1リング下死点
10：第5（オイル）リング下死点
11：任意に定めた点

の中間の四方向について行つた。その結果を第3表に示した。例によつて各ピストンリング上死点位置の摩耗が多いので、これらの位置の平均摩耗経過を第3図に示した。特に第1リングの上部死点位置の平均摩耗率が常に最大で、燃料中の硫黄分2.6% の場は合 $\frac{0.8}{100}$ mm/100 hrs、5% の場合は $\frac{1.3}{100}$ mm/100 hrs であつた。第4図はこの関係を図示したものである。嘗つて硫黄分 1.5% 程度の燃料を使用して、本実験と同一条件のもとで運転した時の摩耗率は殆ど $\frac{0.6}{100}$ mm/100 hrs であつたが、これも本図に加えてある。本図から供試機関のクローム鍍金シリンダの摩耗率は大体次式の如くなる。

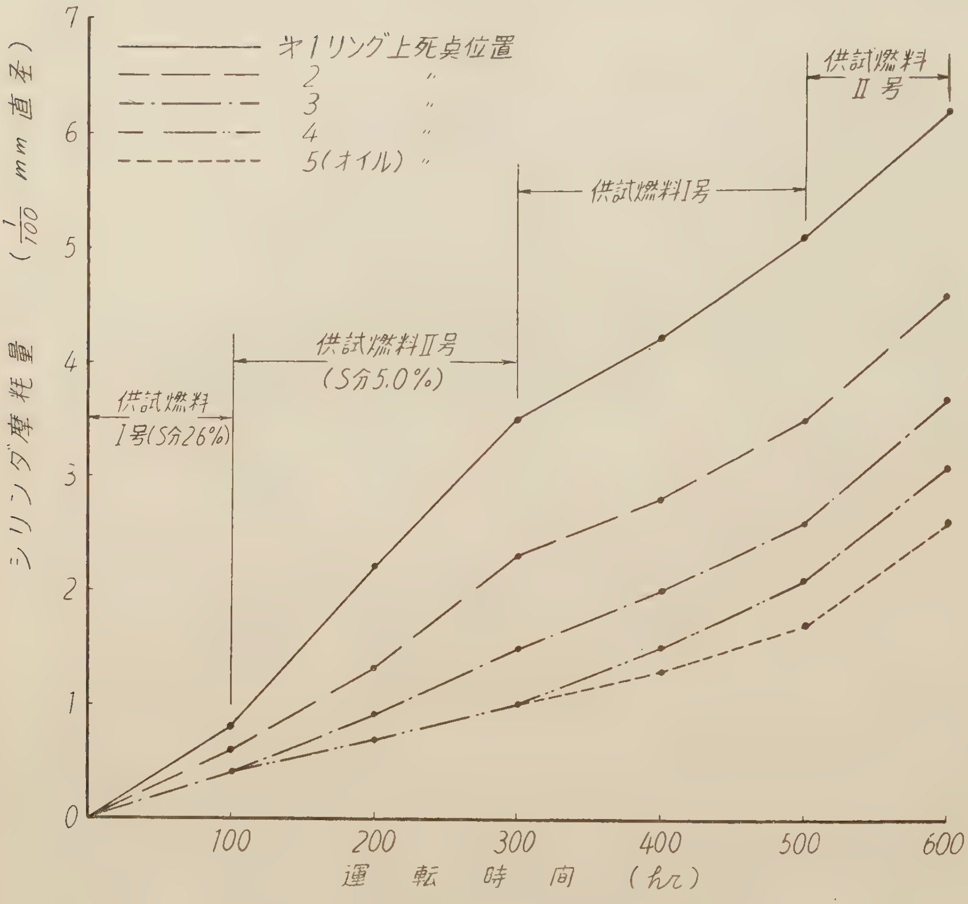
第3表　シリンダ

計測位置		1		2		3		4		5	
		計測値	摩耗量	計測値	摩耗量	計測値	摩耗量	計測値	摩耗量	計測値	摩耗量
運転前	A—A′	0.2		0.4		−0.1		0.0		0.1	
	B—B′	1.1		1.3		0.6		0.3		0.4	
	C—C′	0.1		0.4		−0.1		−0.2		−0.1	
	D—D′	1.1		1.1		0.4		0.4		0.3	
	平均	0.6		0.8		0.2		0.1		0.2	
摺合運転後	A—A′	0.9	0.7	0.9	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4
	B—B′	1.1	0.0	1.7	0.4	1.1	0.5	1.0	0.7	0.9	0.5
	C—C′	0.3	0.2	1.2	0.8	0.8	0.9	0.7	0.9	0.5	0.6
	D—D′	1.3	0.2	1.4	0.3	1.0	0.6	0.9	0.5	0.8	0.5
	平均	0.9	0.3	1.3	0.5	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	0.5
高力運転 100hr 後	A—A′	1.0	0.1	2.0	1.1	1.7	1.2	1.4	0.8	1.3	0.8
	B—B′	1.1	0.0	2.3	0.6	1.6	0.5	1.1	0.1	0.9	0.0
	C—C′	0.9	0.6	2.0	0.8	1.5	0.7	1.3	0.6	1.1	0.6
	D—D′	1.1	−0.2	1.9	0.5	1.3	0.3	1.1	0.2	1.0	0.2
	平均	1.0	0.1	2.1	0.8	1.5	0.6	1.2	0.4	1.1	0.4
200hr 後	A—A′	1.2	0.2	3.3	1.3	2.1	0.4	2.1	0.7	1.9	0.6
	B—B′	1.0	−0.1	3.0	0.7	2.0	0.4	1.3	0.2	1.0	0.1
	C—C′	0.9	0.0	4.9	2.9	3.0	1.5	2.2	0.9	1.9	0.8
	D—D′	1.0	−0.1	2.6	0.7	1.7	0.4	1.2	0.1	0.9	−0.1
	平均	1.0	0.0	3.5	1.4	2.2	0.7	1.7	0.5	1.4	0.3
300hr 後	A—A′	1.1	−0.1	4.1	0.8	2.9	0.8	2.1	0.0	2.0	0.1
	B—B′	1.1	0.1	3.9	0.9	2.7	0.7	1.8	0.5	1.2	0.2
	C—C′	0.1	−0.1	7.7	2.8	5.1	2.1	3.5	1.3	2.2	0.3
	D—D′	1.1	0.1	3.3	0.7	2.1	0.4	1.6	0.4	1.3	0.3
	平均	1.0	0.0	4.8	1.3	3.2	1.0	2.3	0.6	1.7	0.3
400hr 後	A—A′	1.4	0.3	5.2	1.1	3.4	0.5	2.9	0.8	2.4	0.4
	B—B′	1.1	0.0	4.1	0.2	2.9	0.2	2.1	0.3	1.4	0.2
	C—C′	0.5	−0.3	8.8	1.1	6.1	1.0	4.5	1.0	3.4	1.2
	D—D′	1.1	0.0	3.7	0.4	2.4	0.3	1.5	−0.1	1.4	0.1
	平均	1.0	0.0	5.5	0.7	3.7	0.5	2.8	0.5	2.2	0.5
500hr 後	A—A′	1.3	−0.1	6.1	0.9	4.2	0.8	3.2	0.3	2.6	0.2
	B—B′	1.2	0.1	5.3	1.2	3.3	0.4	2.6	0.5	2.2	0.8
	C—C′	0.3	−0.2	9.7	0.9	7.1	1.0	5.7	1.2	4.4	1.0
	D—D′	1.2	0.1	4.5	0.8	2.8	0.4	2.1	0.6	1.9	0.5
	平均	1.0	0.0	6.4	0.9	4.4	0.7	3.4	0.6	2.8	0.6
600hr 後	A—A′	1.0	−0.3	7.1	1.0	5.5	1.3	4.5	1.3	3.9	1.3
	B—B′	1.6	0.4	5.9	0.6	4.0	0.7	3.1	0.5	2.3	0.1
	C—C′	0.8	0.5	12.0	2.3	9.4	2.3	8.2	2.5	6.9	2.5
	D—D′	1.1	−0.1	5.1	0.6	3.1	0.3	2.1	0.0	1.9	0.0
	平均	1.1	0.1	7.5	1.1	5.5	1.1	4.5	1.1	3.8	1.0
平均摩耗率 供試燃料 I 号 (S分 2.6%) $^{1}/_{100}$mm/100hr	A—A′	0.1		1.0		0.8		0.6		0.5	
	B—B′	0.0		0.7		0.4		0.3		0.3	
	C—C′	0.0		0.9		0.9		0.9		0.9	
	D—D′	0.0		0.6		0.3		0.2		0.3	
	平均	0.03		0.8		0.6		0.5		0.5	
平均摩耗率 供試燃料 II 号 (S分 5.0%) $^{1}/_{100}$mm/100hr	A—A′	−0.1		1.0		0.8		0.7		0.7	
	B—B′	0.1		0.7		0.6		0.4		0.1	
	C—C′	0.1		2.7		2.0		1.6		1.2	
	D—D′	0.0		0.7		0.4		0.2		0.1	
	平均	0.03		1.3		0.9		0.7		0.5	

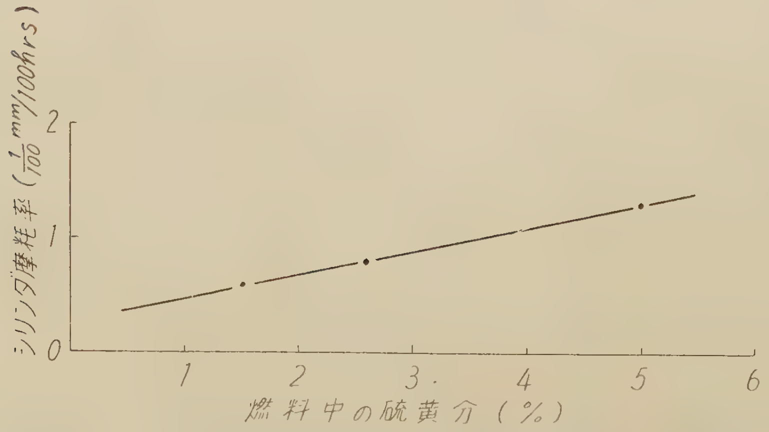
内 径 計 測 値

基準 : 110mm　　単位 : $^{1}/_{100}$mm

6		7		8		9		10		11		供試燃料
計測値	摩耗量	計測値	摩耗量	計測値	摩耗量	計測値	摩耗量	計測値	摩耗量	計測値	摩耗量	
0.4		1.8		1.9		2.3		1.9		3.1		
0.3		0.1		0.0		0.0		−1.1		−0.3		
0.1		0.7		0.3		0.2		−1.1		−0.1		
0.4		1.2		1.8		2.1		1.1		2.1		
0.3		1.0		1.0		1.2		0.2		1.2		
0.6	0.2	1.4	−0.4	1.4	−0.5	1.9	−0.4	0.9	−1.0	1.9	−1.2	I号
0.9	0.6	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	0.0	1.1	0.9	1.2	(S分 2.6%)
0.5	0.4	1.2	0.5	1.1	0.8	1.1	0.9	0.1	1.2	1.1	1.2	
0.8	0.4	1.2	0.0	1.2	−0.6	1.7	−0.4	0.3	−0.8	1.0	−1.1	
0.7	0.4	1.2	0.2	1.2	0.2	1.4	0.2	0.3	0.1	1.2	0.0	
1.2	0.6	1.8	0.4	2.0	0.6	2.0	0.1	0.8	−0.1	1.7	−0.2	I号
1.0	0.1	1.0	−0.1	1.1	0.2	1.1	0.1	0.2	0.2	1.3	0.4	
1.2	0.7	1.8	0.6	1.6	0.5	1.5	0.4	0.4	0.3	1.3	0.2	
1.1	0.3	1.6	0.4	1.8	0.6	1.8	0.1	0.4	0.1	1.0	0.0	
1.1	0.4	1.6	0.4	1.6	0.4	1.6	0.2	0.5	0.2	1.3	0.1	
1.5	0.3	2.0	0.2	2.1	0.1	2.0	0.0	1.0	0.2	1.8	0.1	II号
1.1	0.1	1.8	0.8	1.9	0.8	1.1	0.0	0.2	0.0	1.0	−0.3	(S分 5.0%)
1.9	0.7	2.2	0.4	2.0	0.4	1.8	0.3	0.7	0.3	1.3	0.0	
1.1	0.0	1.9	0.3	2.2	0.4	2.0	0.2	0.4	0.0	1.0	0.0	
1.4	0.3	2.0	0.4	2.1	0.5	1.7	0.1	0.6	0.1	1.3	0.0	
1.8	0.3	2.6	0.6	2.7	0.6	1.9	−0.1	0.9	−0.1	1.5	−0.3	II号
1.4	0.3	2.1	0.3	2.5	0.6	1.8	0.7	1.0	0.8	1.6	0.6	
1.9	0.0	2.2	0.0	1.9	−0.1	1.8	0.0	0.9	0.2	1.3	0.0	
1.6	0.5	2.2	0.0	3.0	0.8	2.6	0.6	0.9	0.5	0.8	−0.2	
1.7	0.3	2.3	0.3	2.5	0.4	2.0	0.3	0.9	0.3	1.3	0.0	
2.3	0.5	2.8	0.2	2.9	0.2	2.3	0.4	0.9	0.0	1.1	−0.4	I号
1.5	0.1	2.3	0.2	2.7	0.2	2.2	0.4	1.3	0.3	2.0	0.4	
2.4	0.5	2.2	0.0	1.9	0.0	1.8	0.0	0.8	−0.1	0.7	−0.6	
1.7	0.1	2.6	0.4	3.5	0.5	3.0	0.4	1.3	0.4	1.2	0.4	
2.0	0.3	2.5	0.2	2.8	0.3	2.3	0.3	1.1	0.2	1.3	0.0	
2.2	−0.1	2.8	0.0	3.0	0.1	2.3	0.0	0.9	0.0	1.1	0.0	I号
2.2	0.7	2.9	0.6	3.1	0.4	2.8	0.6	1.8	0.5	1.9	−0.1	
3.2	0.8	2.3	0.1	2.1	0.2	2.0	0.2	1.0	0.2	1.1	0.4	
2.1	0.4	2.9	0.3	3.9	0.4	3.1	0.1	1.3	0.0	1.0	−0.2	
2.4	0.4	2.7	0.2	3.0	0.2	2.6	0.3	1.3	0.2	1.3	0.0	
3.0	0.8	3.1	0.3	3.2	0.2	3.0	0.7	1.0	0.1	1.0	−0.1	II号
2.8	0.6	3.0	0.1	3.1	0.0	2.7	−0.1	1.7	−0.1	1.8	−0.1	
5.2	2.0	2.9	0.6	2.6	0.5	2.3	0.3	1.3	0.3	1.4	0.3	
2.0	−0.1	3.1	0.2	4.1	0.2	3.2	0.1	1.3	−0.1	0.8	−0.2	
3.3	0.9	3.0	0.3	3.3	0.3	2.8	0.2	1.3	0.0	1.3	0.0	
0.3		0.2		0.3		0.2		0.0		−0.2		I号
0.3		0.2		0.3		0.4		0.3		0.2		
0.7		0.2		0.2		0.2		0.1		0.0		
0.3		0.4		0.5		0.2		0.2		0.1		
0.4		0.3		0.3		0.3		0.2		0.03		
0.5		0.4		0.3		0.2		0.1		−0.1		II号
0.3		0.4		0.5		0.2		0.2		−0.1		
0.9		0.3		0.3		0.2		0.3		0.1		
0.1		0.2		0.5		0.3		0.1		−0.1		
0.5		0.3		0.4		0.2		0.2		0.0		



第3図 シリンダ摩耗経過



第4図 第1リング上死点位置におけるシリンダ摩耗率と燃料中の硫黄分の関係

Wcyl ＝ 0.3＋0.2S

　　Wcyl：クローム鍍金シリンダの摩耗率 $^{1}/_{100}$mm/100 hrs

　　S　：燃料中の硫黄分　%

第4表～第6表は夫々ピストンリングの重量、高さ（B寸）、厚さ（T寸）の計測値で、第5図～第7図

第 4 表　ピストンリング重量計測値　　単位：gr

		第1リング	第2リング	第3リング	第4リング	第5（オイル）リング	
運転	前	52.45	52.95	52.97	52.44	36.50	
摺合運転	後	52.28	52.86	52.89	52.38	36.47	
	差	0.17	0.09	0.08	0.06	0.03	
高力運転 100 hr	後	51.23	52.16	52.27	51.97	36.22	
	差	1.05	0.70	0.62	0.41	0.25	
200 hr	後	49.58	51.37	51.59	51.54	35.92	
	差	1.65	0.79	0.68	0.43	0.30	
300 hr	後	48.21	50.59	50.93	51.16	35.63	
	差	1.37	0.78	0.66	0.38	0.29	
400 hr	後	47.24	50.01	50.35	50.71	35.25	
	差	0.97	0.58	0.58	0.45	0.38	
		52.68					第1リング交換
417 hr	後					35.18	
	差					0.07	
						35.78	第5（オイル）リング交換
500 hr	後	51.60	49.56	49.89	50.41	35.60	
	差	1.08	0.45	0.46	0.30	0.18	
600 hr	後	50.18	48.94	49.27	50.02	35.25	
	差	1.42	0.62	0.62	0.39	0.35	
平均摩耗率 gr/100hrs							
供試燃料Ⅰ号（S分 2.6%）の場合		1.03	0.58	0.55	0.39	0.32	
〃 Ⅱ号（S分 5.0%）の場合		1.48	0.73	0.65	0.40	0.31	

第 5 表　ピストンリング高さ（B）計測値

基準：5 mm　　単位：1/100 mm

		第1リング	第2リング	第3リング	第4リング	第5（オイル）リング	
運転	前	−1.7	−2.2	−2.3	−2.5	−2.2	
摺合運転	後	−2.0	−2.3	−2.4	−2.5	−2.3	
	差	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	
高力運転 100 hr	後	−4.2	−3.3	−2.5	−2.7	−2.4	
	差	2.2	1.0	0.1	0.2	0.1	
200 hr	後	−7.2	−4.2	−2.9	−2.8	−2.4	
	差	3.0	0.9	0.4	0.1	0.0	
300 hr	後	−9.9	−5.2	−3.4	−3.1	−2.5	
	差	2.7	1.0	0.5	0.3	0.1	
400 hr	後	−12.4	−6.3	−3.9	−3.4	−2.6	
	差	2.5	1.1	0.5	0.3	0.1	

417 hr 後 差	−1.6				−2.7 0.1	第1リング交換
500 hr 後 差	−4.2 2.6	−6.6 0.3	−4.1 0.2	−3.5 0.1	−2.0 −2.0 0.0	第5リング交換
600 hr 後 差	−7.8 3.6	−7.0 0.4	−4.3 0.2	−3.6 0.1	−2.0 0.0	
平均摩耗率 1/100mm/100hrs 供試燃料 I 号(S分 2.6%)の場合 〃 II 号(S分 5.0%)の場合	2.6 3.1	0.7 0.8	0.3 0.4	0.2 0.17	0.1 0.03	

第 6 表 ピストンリング厚さ (T) 計測値

基準 : 4.5 mm 単位 : 1/100 mm

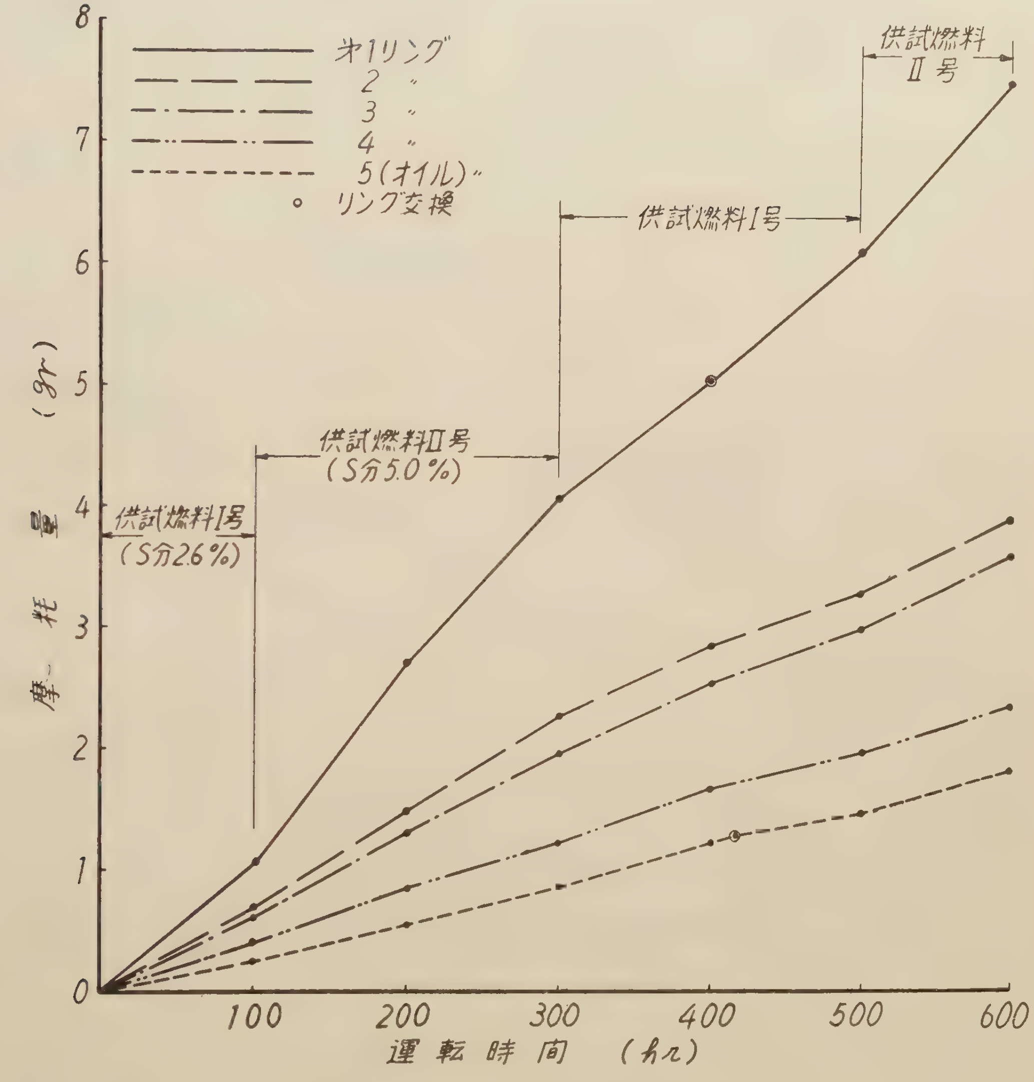
	第1リング	第2リング	第3リング	第4リング	第5(オイル)リング	
運転 前 摺合運転 後 差	−2.7 −4.5 1.8	+6.0 +4.9 1.1	+7.5 +6.2 1.3	+0.7 −0.5 1.2	+5.0 +4.2 0.8	
高力運転 100 hr 後 差	−13.1 8.6	−0.6 5.5	+1.5 5.2	−4.3 3.8	−0.7 4.9	
200 hr 後 差	−25.2 12.1	−6.7 6.1	−4.5 6.0	−8.1 3.8	−5.4 4.7	
300 hr 後 差	−34.9 9.7	−12.7 6.0	−10.1 5.6	−10.6 2.5	−9.9 4.5	
400 hr 後 差	−41.8 6.9	−17.3 4.6	−14.7 4.6	−14.5 3.9	−14.9 5.0	
417 hr 後 差	+3.4				−15.9 1.0	第1リング交換
500 hr 後 差	−5.5 8.9	−20.7 3.4	−18.5 3.8	−16.9 2.4	+1.4 −2.0 3.4	第5リング交換
600 hr 後 差	−15.7 10.2	−25.6 4.9	−23.7 5.2	−20.1 3.2	−7.5 5.5	
平均摩耗率 1/100mm/100hrs 供試燃料 I 号(S分 2.6%)の場合 〃 II 号(S分 5.0%)の場合	8.1 10.7	4.5 5.7	4.5 5.6	3.2 3.2	4.7 4.9	

は夫々の摩耗経過を示したものである。第1リングの摩耗には硫黄分の影響が特にはつきり現われている。第8図は第1リングの摩耗率と燃料中の硫黄分との関係を図示したものである。嘗つて硫黄分 1.5% の燃料を使用し、本実験と同一条件のもとに運転した時の第1リングの摩耗率は大体 1 gr/100 hrs であつた、これも本図に添加してある。本図から供試機関の第1リングの摩耗率は次式で表せる様である。

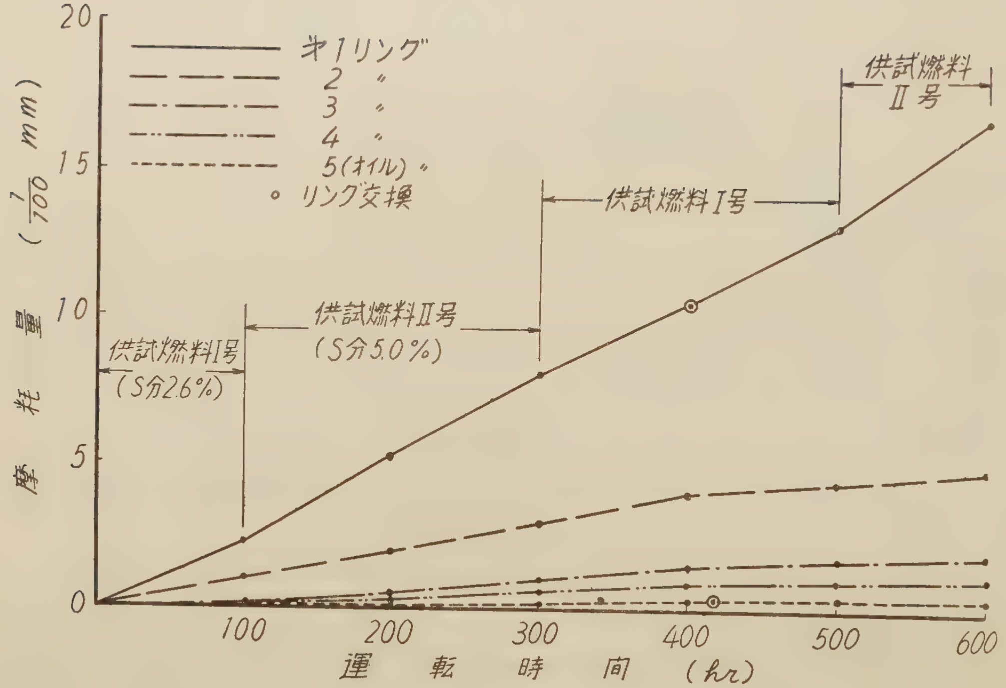
$$W_R = 0.7 + 0.15\,S$$

W_R : リング摩耗率 gr/100 hrs

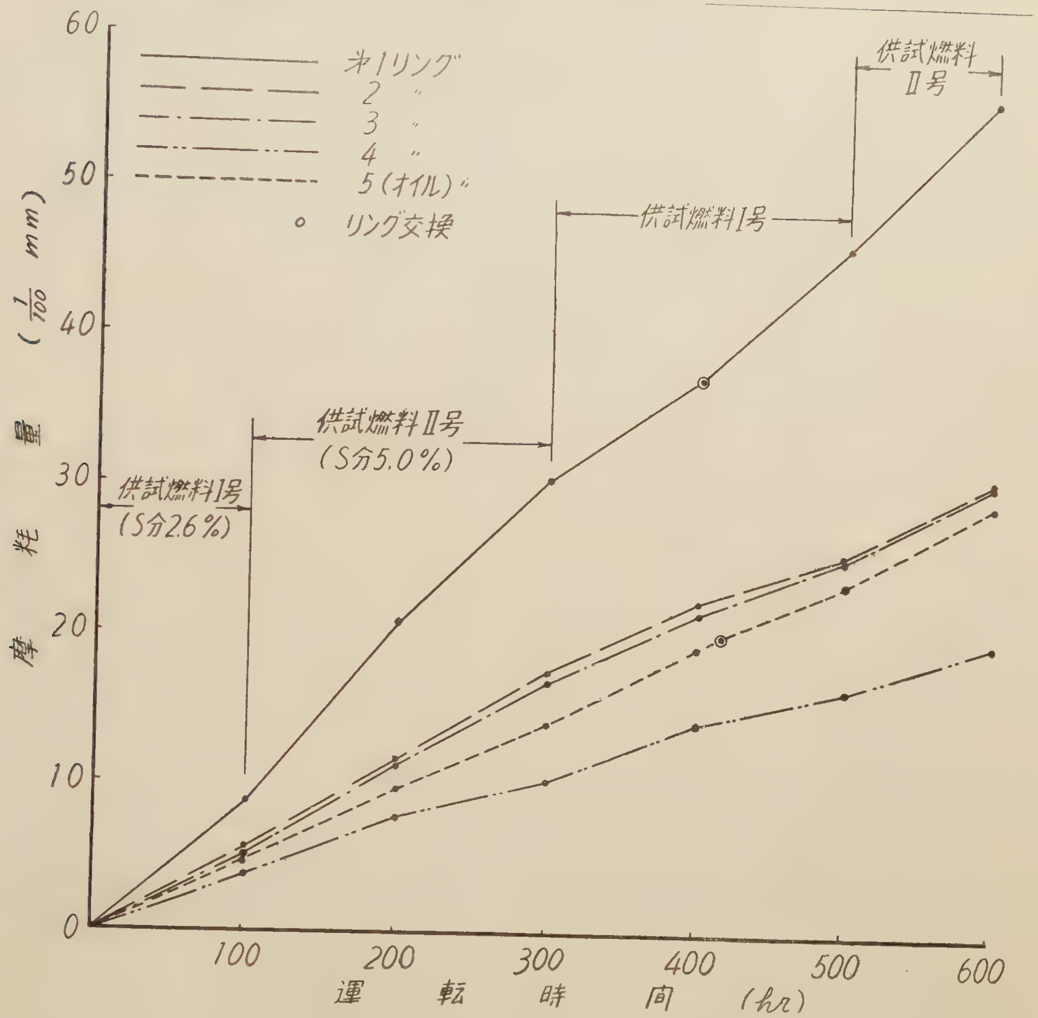
S : 燃料中の硫黄分 %



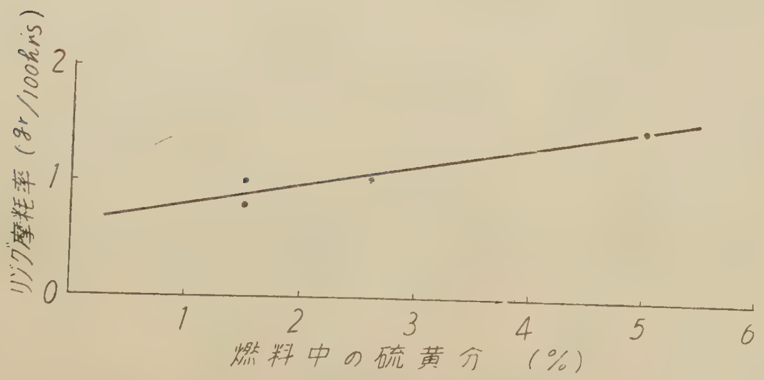
第 5 図　ピストンリング重量摩耗経過



第 6 図　ピストンリング高さ（B）摩耗経過



第 7 図　ピストンリング厚さ（T）摩耗経過

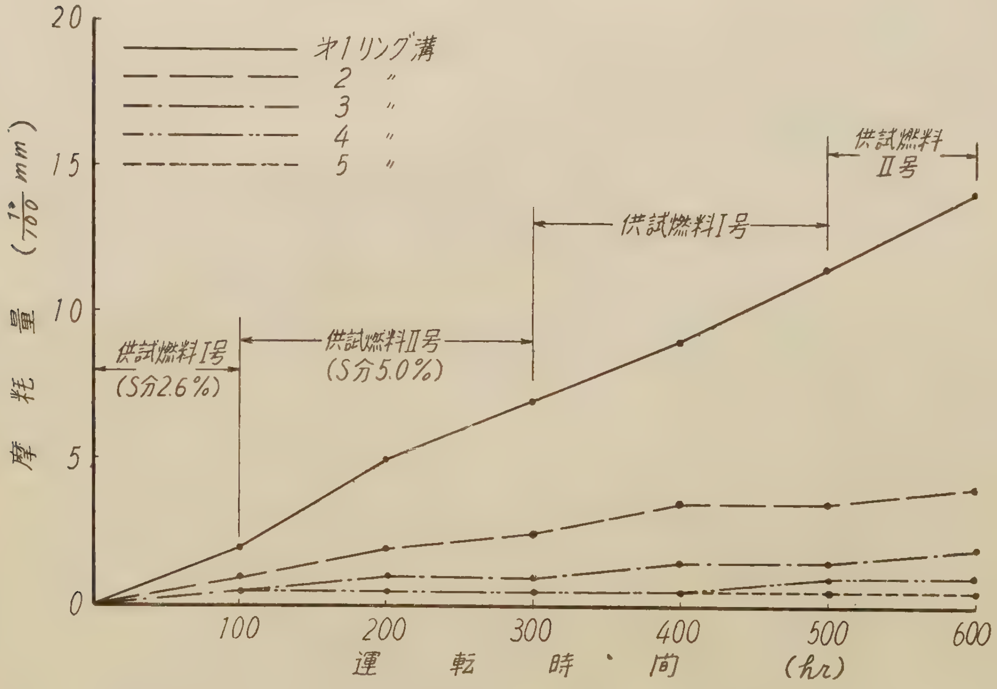


第 8 図　第1リング重量摩耗率と燃料中の硫黄分の関係

第 7 表 リング溝計測値

単位：mm

		第1リング	第2リング	第3リング	第4リング	第5リング
運転	前	5.025	5.03	5.02	5.02	5.03
摺合運転	後	5.025	5.03	5.02	5.02	5.03
	差	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
高力運転 100 hr	後	5.045	5.04	5.025	5.025	5.035
	差	0.02	0.01	0.005	0.005	0.005
200 hr	後	5.075	5.05	5.03	5.025	5.035
	差	0.03	0.01	0.005	0.00	0.00
300 hr	後	5.095	5.055	5.03	5.025	5.035
	差	0.02	0.005	0.00	0.00	0.00
400 hr	後	5.115	5.065	5.035	5.025	5.035
	差	0.02	0.01	0.005	0.00	0.00
500 hr	後	5.14	5.065	5.035	5.03	5.035
	差	0.025	0.00	0.00	0.005	0.00
600 hr	後	5.165	5.07	5.04	5.03	5.035
	差	0.025	0.005	0.005	0.00	0.00
平均摩耗率 mm/100 hrs		0.025	0.005	0.005	0.00	0.00



第 9 図 リング溝摩耗経過

而してこのリング摩耗率に対する燃料中の硫黄分の影響は、第6図及び第7図で見る如く主にリングのT寸の摩耗によるものであつて、リングのB寸には殆ど影響がない。

第7表及び第9図にリング溝の計測値と摩耗経過を示した。本図では、リング溝には殆ど硫黄分の影響は認められない。

潤滑油は前述の如く各標準出力運転100時間毎に更新した。第8表は各100時間運転後の潤滑油を分析し、燃料中の硫黄分2.6%及び5.0%の場合について夫々平均したものである。

第8表　使用潤滑油分析表

	試料＼成分	沈澱物 g（エーテル不溶分）	反応	無機酸価 KOH mg/g	全灰分	不酸溶性灰分	全硫黄 S	有機性硫黄 S	塩分	硫酸鉄 $FeSO_4$	遊離硫酸 H_2SO_4	全クローム Cr	硫酸クローム $CrSO_4$	酸溶性（不水溶性）クローム Cr
A	供試燃料I号（S分2.6%）の場合	207.00	酸性	21.8	8.30	1.06	9.50	5.61	痕跡	7.91	3.95	0.493	1.370	0.035
B	〃　II号（S分5.0%）の場合	195.76	〃	26.9	7.72	0.94	11.19	7.14	〃	10.17	4.56	0.547	1.559	0.028
B/A	比	0.95		1.23	0.93	0.89	1.18	1.27		1.29	1.15	1.11	1.14	0.80

これによると、5%硫黄分の場合の潤滑油は2.6%硫黄分の場合に比し、酸価は高く中和する為のKOHの量は1.23倍であつた。全灰分及び酸不溶性灰分は共に約10%少く現われている。全硫黄分は1.18倍で明らかに多く、遊離硫酸も多いが、有機性硫酸、硫酸鉄としても多く現われている。これらはエンヂンの他の部分にも悪影響を及ぼすであろう。又全クローム量は11%、硫酸クロームは14%増加したが、酸溶性クロームは20%少い結果が出ている。尚何れの場合も、全クロームのうちの90%以上は硫酸クロームとして得られた。

又供試機関で硫黄分5%の燃料を使用した場合のシリンダ壁、ピストン冠、シリンダ冠等に生じた堆積物を採取して分析した処、第9表に示す結果を得た。各採取毎に分析結果が非常に相違しているので、この

第9表　炭素堆積物分析表

運転期間	試料＼成分 %	採取量 g	無機酸価 KOH mg/g	全灰分	不酸溶性灰分	全硫黄 S	有機性硫黄 S	遊離硫酸 H_2SO_4	硫酸鉄 $FeSO_4$	全クローム Cr	硫酸クローム $CrSO_4$	酸溶性クローム Cr
100～200 hr	1.シリンダ壁											
	2.ピストン冠	0.135	66.8		1.11			5.85	52.50	痕跡		
	3.シリンダ冠	0.20	39.0		0.75			3.41	5.67	痕跡		
	4.排気孔	0.505	92.1		1.92			8.06	1.13	痕跡		
	5.吸気弁及び孔	0.78	5.4		2.04	3.86	2.77	0.47	0.96	0.014	痕跡	0.014
	6.リング及びリング溝	0.410	84.1		0.78			7.36	2.37	0.030	0.054	0.012
	7.ノッズル	0.08	試料不足									
	8.予燃焼室	0.04	試料不足									
200～300 hr	1.シリンダ壁	0.480	42.2		0.46			3.69	1.20	0.015	0.020	0.008
	2.ピストン冠	0.07	40.0		0.83			3.50	0.56	0.027	痕跡	0.027
	3.シリンダ冠	0.165	71.3		0.84			6.25	1.55	0.024	痕跡	0.024
	4.排気孔	0.550	87.6		1.91	8.89	4.32	7.67	9.71	0.006	痕跡	
	5.吸気弁及び孔	0.235	4.8		4.17			0.42	0.65	0.071	痕跡	0.071

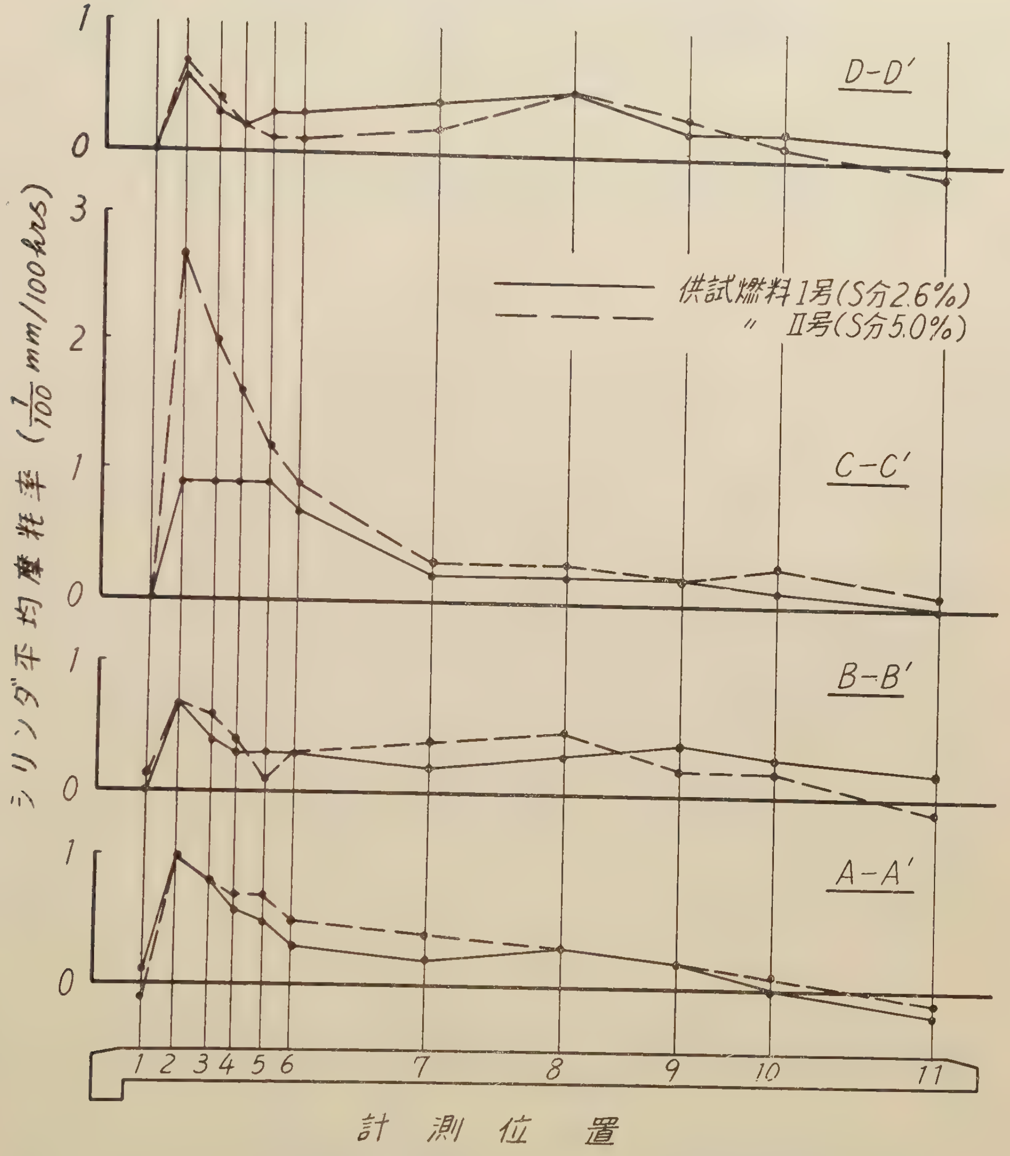
	6.リング及びリング溝	0.30	63.4		0.67	6.11	3.92	5.55	1.59	0.049	0.051	0.032
	7.ノ ッ ズ ル	0.15	8.6		0.27			0.75	0.38	0.004	痕跡	0.004
	8.予 燃 焼 室	0.04	試料不足									
500～600 hr	1.シ リ ン ダ 壁 2.ピ ス ト ン 冠 3.シ リ ン ダ 冠	1.96	30.2	痕跡	1.06	6.68	1.98	2.64	3.67	0.010	0.029	痕跡
	4.排 気 孔	1.94	107.5	痕跡	0.60	7.34	0.96	9.40	11.61	0.009	0.006	0.007
	5.吸 気 弁 及 び 孔	0.43	7.46		2.13	4.77	3.75	0.65	2.04	0.016	痕跡	0.016
	6.リング及びリング溝	0.78	52.6		0.64	6.50	4.28	4.60	2.42	0.085	0.225	0.010
	7.ノ ッ ズ ル 8.予 燃 焼 室	0.45	0.934		0.13	6.22	5.58	0.08	痕跡	痕跡		

使用燃料は供試燃料II号（S分 5.0%）。
試料は各部に堆積した炭素で、各 100 時間運転後採取。
微量クロームの定量は Diphenyl-Carbazid 法による。
吸気弁弁座にはクローム鍍金が施してある。

分析結果から何ものも把握することが出来なかつた。

さて、第3表よりシリンダ摩耗率を各方向に分けて図示すると第 10 図の如くなる。本図によると第1リングの上死点位置の摩耗率は、B—B′ 及び D—D′ 方向には硫黄分の影響は認められず両者とも $\frac{0.7}{100}$ mm/100 hrs 位である。又 A—A′ 方向では、これも又硫黄分の影響は殆ど現われず $\frac{1.0}{100}$ mm/100 hrs 位で、B—B′ 及び D—D′ 方向より僅かに多い。然るに C—C′ 方向では燃料中の硫黄分 2.6% の場合は $\frac{1.0}{100}$ mm/100 hrs 位であるのに対し、硫黄分5％の場合には $\frac{2.7}{100}$ mm/100 hrs 位で著しく差が現われている。C—C′ 方向に於けるこの大差の為に、硫黄分 5％ の場合の平均摩耗率が 2.6% の場合より著しく大きく現われているのである。この C—C′ 方向のシリンダ内面を観察すると C′ 側の面の有孔度が殆ど消失しているので、C—C′ 方向の摩耗は主に C′ 面の摩耗であることが明白であつた。第2リング上死点以下の点に関しても略同様の傾向が見られるが、B—B′ 及び D—D′ 方向の一部に於いて硫黄分の多い方が摩耗が少く計測されている。これ等の計測値のバラツキの量は何れも $\frac{0.2}{100}$ mm 以下で、シリンダ冠の締付の影響等によるものの如く、硫黄分の差異によるものではないと考えられる。

一方ピストンの温度を計測したが、第 10 表に示す如くである。フユーズメタルによるものでもとより精確なものではない。これらの値は、燃料中の硫黄分の多い場合も少い場合も同等、同一傾向であつた。この結果を見ると、シリンダの C′ 面に対応するピストンの部分の温度が他の方向の面に対応する部分の温度より僅かに高い。即ちピストン温度の少しでも高い部分に対応するシリンダ面には、硫黄分の影響が大きく現われたという結果になつている。而してこのシリンダの C′ 面に対応するピストンの部分の温度が他の部分と同等であつたなら、この C′ 面に対する硫黄分の影響も他の面と同等の少いものとなり、全周の平均摩耗率も遙かに少く硫黄分の影響が認められなかつたかも知れない。このピストン頂面側壁の温度が不均一の原因は明確でいないが、予燃焼室噴孔の方向、シリンダ冷却水の循環の不均一或はエンヂンの個性等によるものであろう。



第 10 図　燃料中の硫黄分の差異によるシリンダ平均摩耗率の比較（各方向別）

第 10 表 ピストン温度（フューズメタルによる）

単位： °C

計測位置 / 計測方向	頂面より 3 mm 下の側面	第 1 リング溝上縁より 3 mm 上の側面
A （フライホイール側）	200 ～ 220	169 ～ 177
A′	220 ～ 232	177 ～ 200
B （ノッヅル側）	200 ～ 220	169 ～ 177
B′	242 ～ 268	177 ～ 200
C	計測	せず
C′	242 ～ 268	200 ～ 220
D	計測	せず
D′	232 ～ 242	177 ～ 200

7. 結　果

以上、本実験の成績を要約し次の如くいえると思う。

1. クローム鍍金シリンダの摩耗も、燃料の硫黄分の影響を受けて増大する。
2. それは、シリンダの特定方向の面の摩耗が硫黄分の為に促進されるためである。
3. このシリンダの特定の方向の面に対応するピストン頂面附近の温度は、シリンダの他の面に対応する部分より僅かに高い。
4. ピストンリング（主に第1リング）の摩耗にも燃料中の硫黄分の影響がある。それは主にリングのT寸の摩耗であつて、B寸の摩耗には殆ど影響はなく、又ピストンのリング溝の摩耗にも同様硫黄分の影響は殆ど認められない。
5. 潤滑油は、燃料の硫黄分の多い程、遊離硫酸、硫酸鉄、有機性硫黄等の量が多くなり、エンヂンの他の部分へも悪影響を及ぼすであろう。

8. あとがき

本実験の結果を見ると、クローム鍍金シリンダも使用燃料の硫黄分の多い程摩耗が多いが、それはシリンダの特定の方向の面だけが特に著しく摩耗する為であつた。其の原因は明確ではなく今後の研究問題である。

終に、三菱日本重工業横浜造船所の岡崎、坂本、後藤技師に御協力を戴いたので厚く感謝の意を表する次第である。

自記式2点同時計測網高さ計（Ⅲ型）の二艘曳機船底曳網についての実験結果

葉室　親正

Analysis of Two-boat Trawling Net by Automatic Net Height Meter by Measuring Simultaneously Two Points of the Net

Chikamasa Hamuro

ABSTRACT

The report shows some analysis of the recorded of experiments of the Automatic Net Height Meter by measuring simultaneously two points of the two-boat trawling net. The results are as followings.

Namely, the net mouth's height of the two-boat trawl net is commonly about 2.0 meters when it is towed in about 2.5 kt, but the net-mouth's height has been this time widely increased up to 3.5 meters.

This cause may be as followings, and it coincides with the auther's opinions which have read on the Technical Report of Fishing Boat up to now.

1) The lifting force of the net was increased by means of fluids resistance of the front ceiling part of the fishing net.
2) The drawing tension were mainly laid on the ground rope, according to the longer head rope.
3) Fishing net must be used most suitably to each defferent fishing method, otherwise the efficiency will be some what worse.

The proper use of this net is as followings.

① The towing distance between two boats is 300～350 metres.
② The towing speed is 2.3 kt or over.

項　　目

まえかき
1. 実験概況
2. 使用漁具、計測点並びに記録
　(1) 漁　具
　　(a) 網漁具
　　(b) 曳　索
　(2) 浮子の種類、装着数、計測点並びに記録
3. 解　析
　(1) 浮子を装着しない裸網の網成り
　(2) 各種網高さ
　(3) 本実験に使用した網の改善の方法
　(4) 具体的な改良点（網設計の基本要素）
むすび

ま え が き

底曳網用自記式網高さ計は昭和 27 年試作してから現在迄種々改良を加えつつ、トロール網及び二艘曳機船底曳網に就て実際の操業時にその状態を計測し、その結果を解析研究して来た。それ等の実験結果から更に該計器の性能の向上を試み、又それ等の実験結果により網漁具及び漁法の改善改良を進めて来た。両者相俟つて此処数ケ年に相当の進歩を来たした事は等しく現場諸賢の認められる処である。然るに計器の性能の向上の度合は更に急増し今や本形式によるものではその実現が困難とされる段階となつた。即ち現在2点同時計測であるが今後は4点若しくはそれ以上の多点同時計測が必要である。このためには記録部、案内部、連絡管共に軽量で流体抵抗の少いもの、然も剛性の少いものとせねば網成りに与える影響は無視出来ない。又記録の遅れを殆んどないものとする事が残された点であつた。是等の諸点を解決した新型網高さ計を設計し31年12月試作を完了した。称して漁研式小型高感度自記網高さ計とした。又この新型網高さ計は旧型では重量その他の点で使用し得なかつた以東底曳網にも充分使用出来る様に設計したものである。

この新型網高さ計並びにその実験結果に就ての報告は次の第 11 号に発表する予定である。

本号では旧型の自記式2点同時計測網高さ計（Ⅲ型）の二艘曳機船底曳網に就ての実験結果を報告する。

1. 実 験 概 況

(1) 日　　時　昭和31年11月4日 ～ 5日（1次）
　　　　　　　昭和32年1月21日 ～ 22日（2次）

(2) 場　　所　Lat 31°25′N、Long 127°15′E を中心とした海域（1次）
　　　　　　　長 崎 港 沖（2次）

(3) 実 験 船　日本水産株式会社長崎支社所属
　　　　　　　二艘曳機船底曳網漁船
　　　　　　　矢上丸（主船）、田上丸（従船）　G.T. 98 噸　260 馬力スーパーチヤージヤー（1次）
　　　　　　　常盤丸（主船）、尾上丸（従船）　G.T. 80 噸　270 馬力（2次）

(4) 計測時の海況　海 況　3
　　　　　　　風 向　NW
　　　　　　　風 速　4～5 m/sec

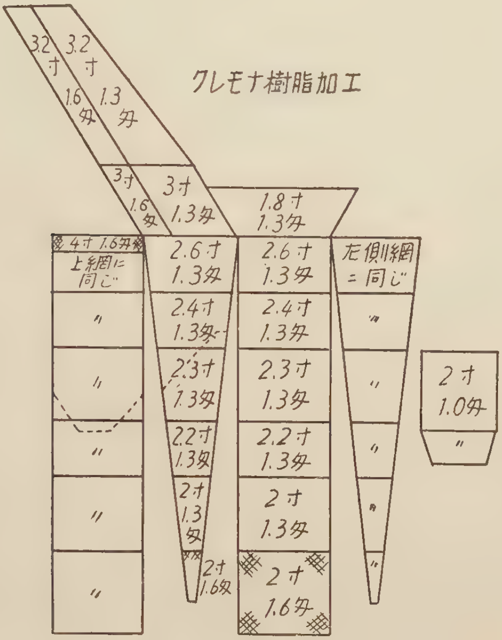
1次実験本航海は計測実験が主目的であつたので前記場所で種々の網（浮子、H.R 長の変更）について7回連続して計測を実施したがその間海況その他甚だ良好であつた。2次実験も略々同様であつた。

2. 使用漁具、並びに記録

(1) 漁　　具

(a) 網　漁　具

網漁具の大要は次に示す通りであるが数年来の是等の網に就ての研究改良の結果、研究当初に比べて遙かに進歩して来た事は本研究に従事する吾々にとつても又現場諸覧にとつても共に慶びとする処である。是は当事者各位の努力の賜と信ずる。漸くにして網漁具の設計面に於て独得の特質が現われて来た。この意味から漁具の具体的な数値発表は一応差控えて大要に留めて置く事とする。



第 1 図　網 漁 具 の 大 要

（b） 曳　　索

ワ　ー　プ (16 mm 径)	485 m
コンビネーションワイヤー	200 m
懸入ホーサー	100 m
手　木　綱	30 m
	計 815 m

（2） 浮子の種類、装着数、計測点並びに記録

No. ①～No. ⑦ は1次実験　　No. ⑧～No. ⑨ は2次実験

（a） 計　　測　No. ①

（i） 浮　　子

第 1 表

種類 ＼ 部位	荒　手	袖	天　井
5 寸 玉	14 ケ	16 ケ	—
6 〃	—	2 ケ	14 ケ
8 〃	—	—	4 ケ
1 尺 玉	—	—	2 ケ

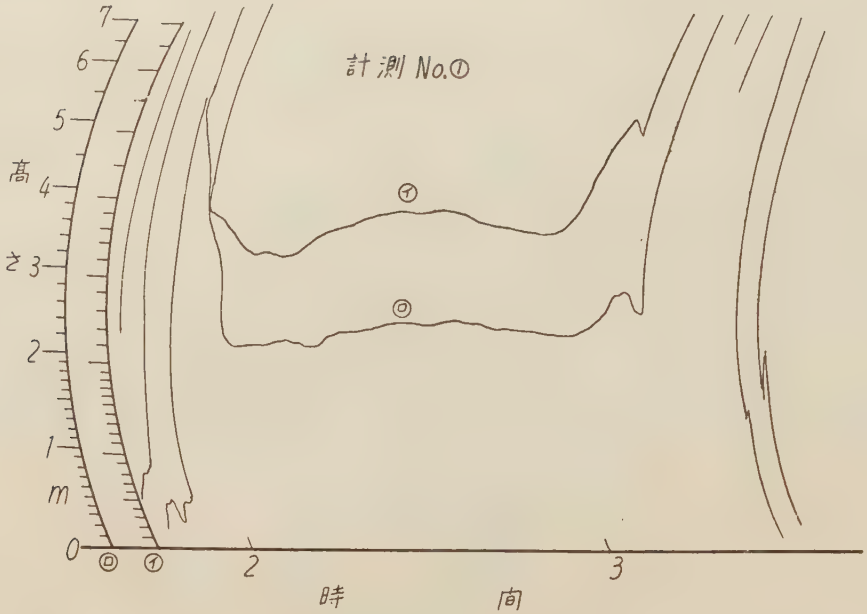
水深 115 m　被袋硝子浮子

（ii） 計　　測　　点

㋑ 天 井 中 央

㋺ 天　井　脇

(iii) 記　　録



第2図 記　録 ①

(iv) 記録の要目

第2表 記録①の要目

項目	時間 時刻	時間 通算	風向、風速	針路	対水速力（船）	曳船間隔
記録始メ	06—48	0—00	NW 3〜4m/s			
投網	08—33.5	1—45.5	〃			
手綱伸長終り	08—38.4	1—50.4	〃			
曳網始メ	08—38.4	〃 〃	〃	SW		
	08—47	1—59	〃		2.2 kt	420 m
	08—59	2—11	〃			370 m
			〃		2.2 kt	
寄セ始メ	09—40	2—52	〃			
〃 終リ	09—49	3—01	〃			
寄セ漕ギ始メ	〃 〃	〃 〃	〃			
〃 終リ	09—52	3—04	〃			
手木揚リ	10—06	3—18	〃			

(b) 計　　測 No. ②

(i) 浮　　子

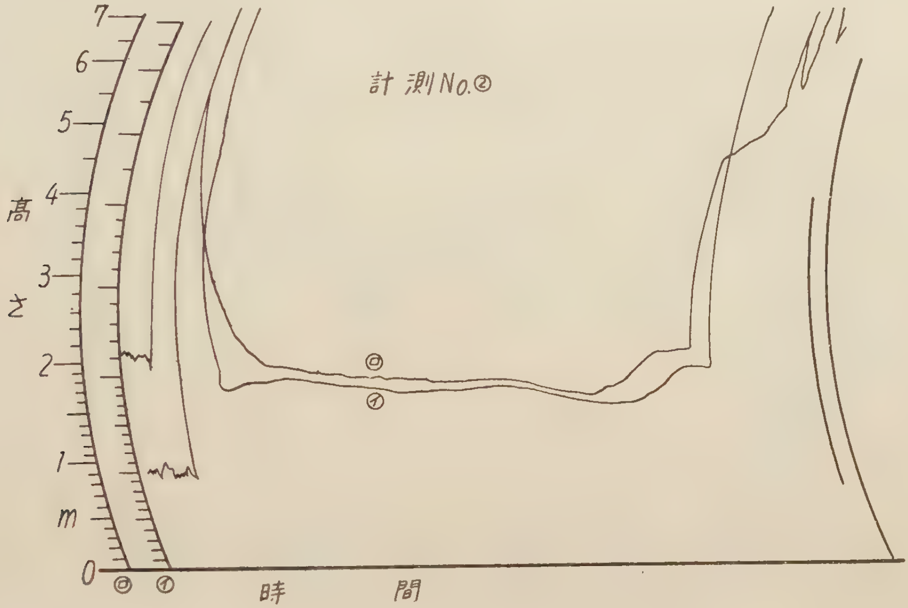
計測 No. ① と同じ

(ii) 計　測　点

④ 袖　中　央

㋺ 天　井　脇

(iii) 記　　録



第3図　計測 No. ② の記録

(iv) 記録の要目

第3表　記録 ② の要目

項目	時間		風向、風速	針路	対水速力（船）	曳船間隔	備考
	時刻	通算					
記録始メ	10—20	0—00	NW 3～4 m/s				
投網	〃—37	0—17	〃				
手網伸長終リ							
曳網始メ	〃—40	0—20	〃	SW			
	〃—50	0—30	〃		2.5 kt	300 m	
			〃		2.3 kt		
			〃		2.5 kt		
	11—28	1—08	〃				間隔を開キ始メル
	〃—35	1—15	〃			550 m	
			〃		2.2 kt		
寄セ始メ	〃—46	1—26	〃				寄セ角度 23°
〃　終リ	〃—50	1—30	〃				
寄セ漕ギ始メ	11—50	〃—〃	〃				間隔 20 m
〃　終リ	12—01	1—41	〃				
手木揚リ	〃—13.5	1—53.5	〃				

(c) 計　　測　No. ③

(i) 浮　　子

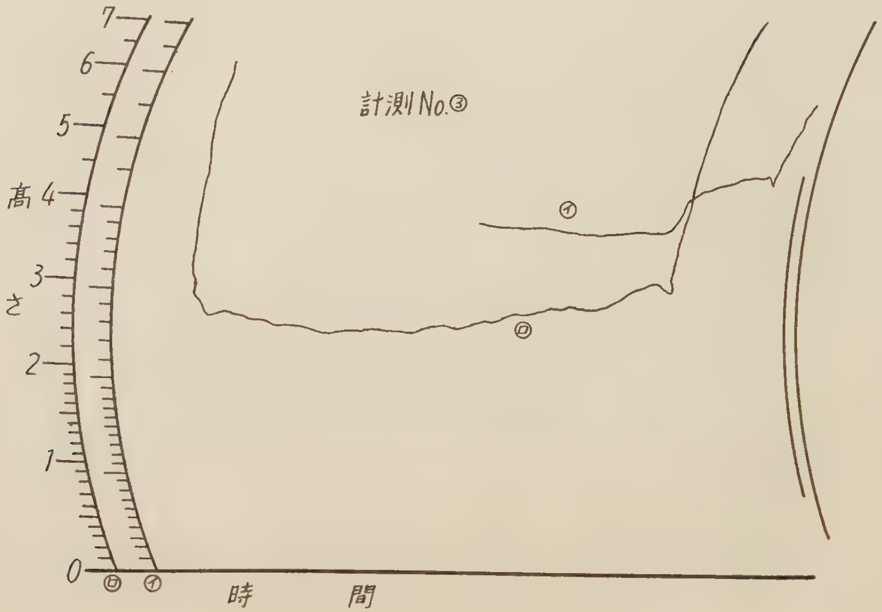
計測 No. ①② に同じ、但し H.R. を天井部に於て4尺短縮

(ii) 計　測　点

㋑ 天井中央

㋺ 天井脇

(iii) 記　録



第4図　計測 No. ③ の記録

(iv) 記録の要目

第4表　記録 ③ の要目

項目	時間 時刻	時間 通算	風向、風速	針路	対水速力(船)	間隔	備考
記録始メ	12—27	0—00	NW 3～4 m/s				
投網	〃—51	0—24	〃				
曳網始メ	〃—55.5	0—28.5	〃	NE	2.2 kt		
	13—00	0—33	〃			500 m	速イ潮ノタメ網ノ対水速力ハ少
	13—30	1—03	〃			450 m	
寄セ始メ	14—00	1—33	〃				
〃 終リ	〃—10.5	1—43.5	〃				
寄セ漕ギ始メ	〃 〃	〃 〃	〃				
〃 終リ	〃—14	1—47	〃				

水深　112 m

(d) 計測 No. ④

(i) 浮子

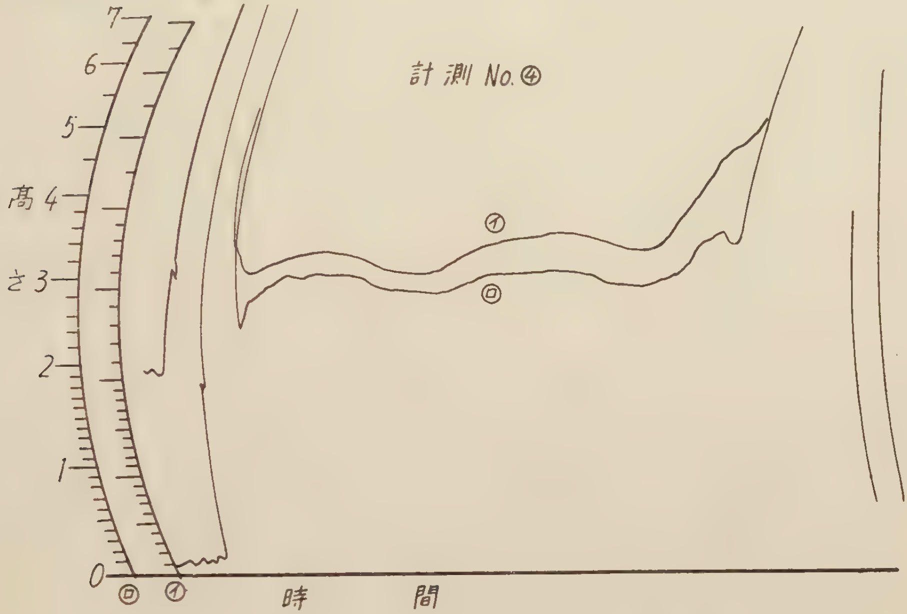
計測 No. ①②③ と殆ど同じであるが天井部の1尺玉2ヶの替りに金魚ブイ浮力1尺玉相当2ヶを装着

(ii) 計測点

㋑ 天井中央

㋺ 天井脇

(iii) 記　　録



第5図　計測 No.④ の 記録

(iv) 記録の要目

第5表　記録④の要目

項目	時間 時刻	通算	風向、風速	針路	対水速力（船）	間隔	備考
記録始メ	14—45	0—0	NW 3～4 m/s				
投網	15—14	0—29	〃				
曳網始メ	〃—21	0—36	〃				
	〃—45	1—00	〃	NE	2.3 kt	400 m 600 m 450 m 300 m 500 m	両船間隔ヲ近ヅケル
	〃—50	1—05	〃				
寄セ始メ	16—10	1—25	〃				
	〃—20	1—35	〃				
〃終リ	〃—35	1—50	〃				
寄セ漕ギ始メ	〃—〃	〃—〃	〃				
〃終リ	〃—39	1—54	〃				
手木上リ	〃—54	2—09	〃				

(e) 計　　測 No. ⑤

(i) 浮　　子

第　6　表

種類＼部位	荒手	手網	奥袖	天井
5 寸玉	14 ケ	—	—	—
6 〃	1 ケ	—	—	—
8 〃	—	—	—	4 ケ
1 尺玉	—	—	—	2 ケ
フイリツプトロールプレーン	—	10 ケ	6 ケ	14 ケ

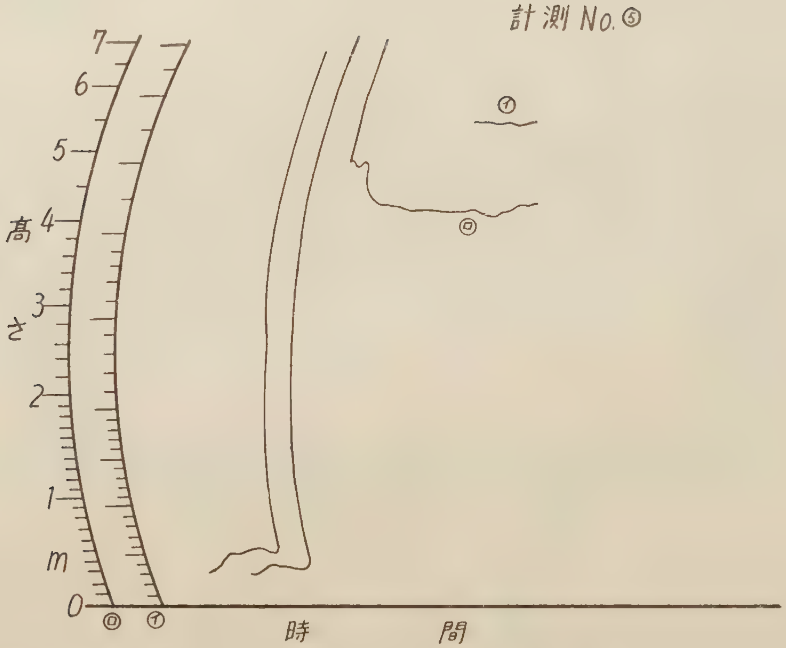
(6 寸 径)

(ii) 計測点

④ 天井中央

⑪ 天井脇

(iii) 記録



第6図 計測 No. ⑤ の記録

(iv) 記録の要目

第7表 記録⑤の要目

項目	時間 時刻	時間 通算	風向、風速	針路	対水速力(船)	曳船間隔	備考
記録始メ	17—07	0—0	NW 3～4 m/s				
投網	〃—25	0—18	〃				
曳網始メ	〃—28	0—21	〃	SW			
			〃		2.3 kt		追潮
寄セ始メ	18—30	1—23	〃	SSW		300 m	
〃 終リ	〃—40	〃—33	〃				
寄セ漕ギ始メ	〃—〃	〃—〃	〃				
〃 終リ	〃—42	1—35	〃				

水深 119 m

(f) 計測 No. ⑥

(i) 浮子

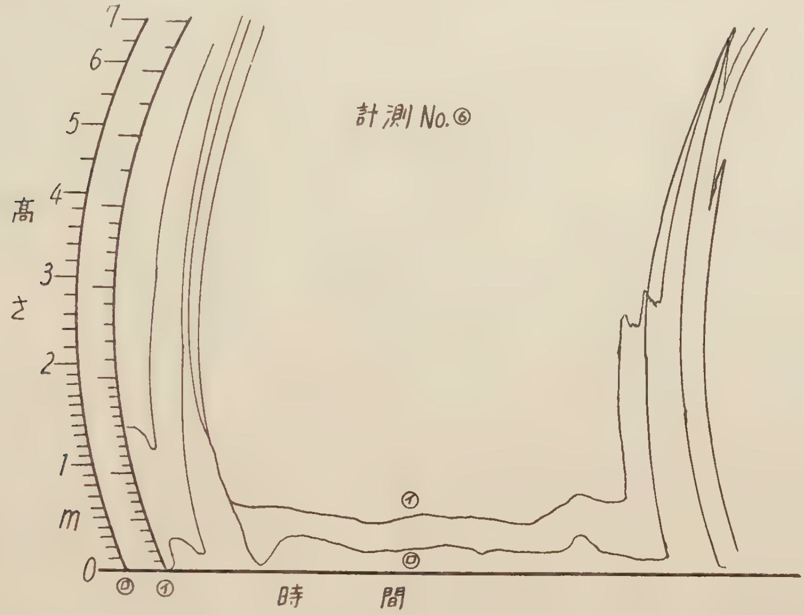
天井部に8寸玉（被袋硝子浮子）2ケを残し他は全部除去、裸網とした。

(ii) 計測点

④ 天井中央

⑪ 天井脇

(iii) 記　　　録



第 7 図　計 測 No. ⑥ の 記 録

(iv) 記 録 の 要 目

第 8 表　記 録 ⑥ の 要 目

項　　目	時間		風向、風速	針 路	対水速力（船）	間 隔	備　考
	時 刻	通 算					
記録始メ	19—09	0—0	NW 3～4m/s				
投網	〃—24	0—15	〃				
曳網始メ	〃—28	0—19	〃				
			〃	NE/N	3.5 kt	280 m	回転数 245 R/m
	〃—49	0—40	〃		3.3 kt	400 m	〃 241 〃
	20—12	1—03	〃		2.66 kt	300 m	
寄セ始メ	〃—13	〃—04	〃				
〃終リ	〃—23	〃—14	〃				
寄セ漕ギ始メ	〃—〃	〃—〃	〃				間隔 20 m
〃終リ	〃—25	〃—16	〃				
揚索始メ	〃—〃	〃—〃	〃				
ワイヤー揚リ	〃—33.5	〃—24.5	〃				

(g) 計　　　測 No. ⑦

(i) 網　網の構成は略々 No. ①～⑥ に同じであるがマニラトワ製の網である。

(ii) 浮　　　子

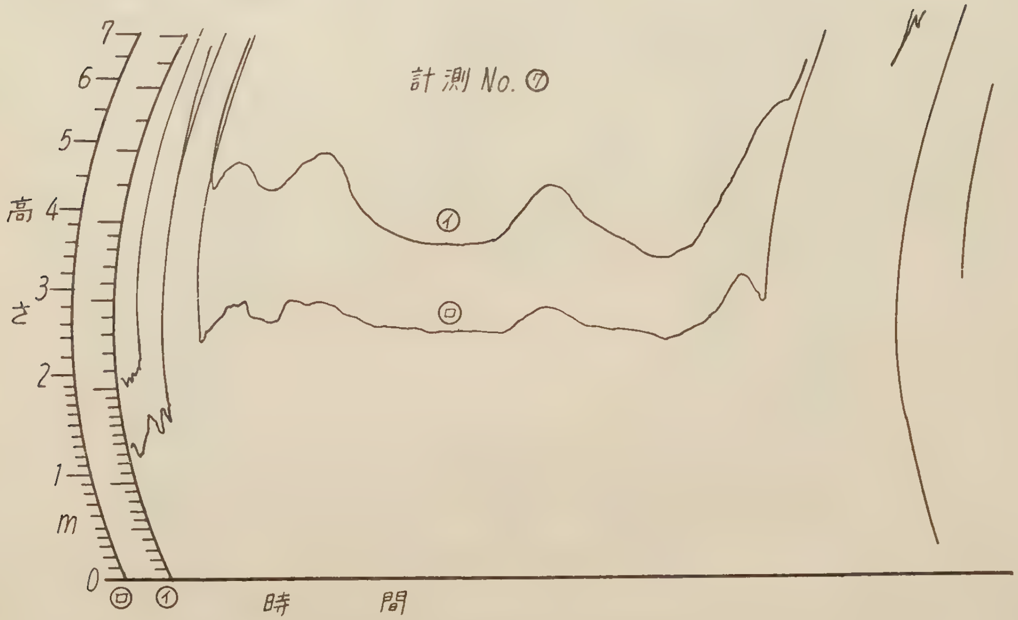
第　9　表

部位 ＼ 種類	荒　手	袖	天　井
5 寸玉	15 ケ	—	—
6 〃	—	20 ケ	22 ケ
8 〃	—	—	4 ケ
1 尺玉	—	—	3 ケ

(iii) 計　　測　　点

㋑ 天 井 中 央　　　　　　㋺ 天　　井　　脇

(iv) 記　　　　録



第 8 図　計 測 No. ⑦ の 記 録

(v) 記 録 の 要 目

第 10 表　記 録 ⑦ の 要 目

項　　目	時間 時刻	時間 通算	風向、風速	針路	対水速力（船）	曳船間隔	備　　考
記録始メ	20—58	0—00	NW 3～4 m/s				
投網	21—32	0—34	〃				
曳索伸長終リ	〃—35.5	0—37.5	〃				
曳網始メ	〃—36	0—38	〃	SW		380 m	回転数 242 R/m
			〃			270 m	
	22—31	1—33	〃			450 m	
			〃			350 m	
寄セ始メ	22—50	1—52	〃		2.4 kt	460 m	
〃　終リ	23—2.5	2—04.5	〃				
寄セ漕ギ始メ	〃—〃	〃—〃	〃				
〃　終リ	〃—6	2—8	〃				

(h) 計　　　測 No. ⑧

(i) 網 計測 No. ① に同じ

(ii) 浮　　　子

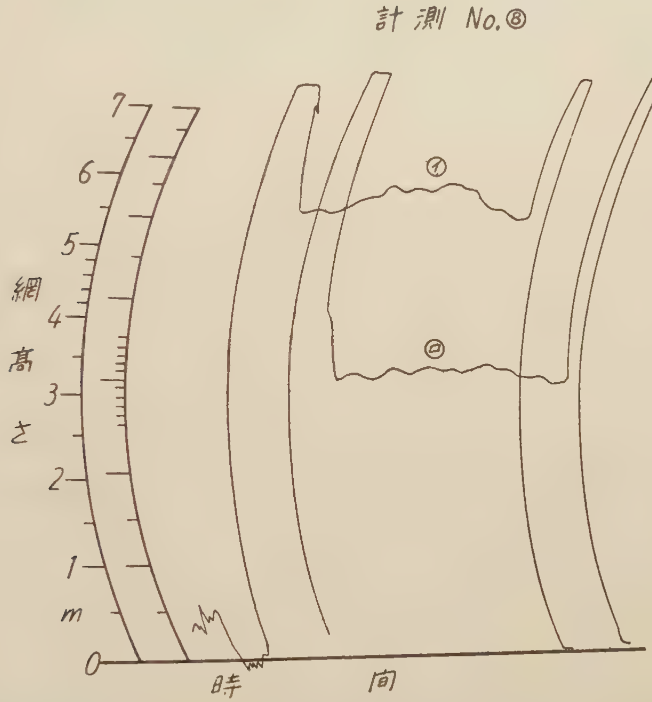
種類＼部位	荒　手	袖	3間モノ	中　央
5寸硝子球	13 ケ	20 ケ	—	—
6寸 〃	2 ケ	4 ケ	9 ケ	16 ケ
8寸 〃	—	—	—	4 ケ
1尺 〃	—	—	—	3 ケ

(iii) 計　測　点

　㋑ 天 井 中 央

　㋺ 天　井　脇

(iv) 記　　　録



第 9 図　計 測 No. ⑧ の 記 録

(v) 記 録 の 要 目

第 11 表　記 銀 ⑧ の 要 目

項目	時刻	風向、風速	針路	対水速力(船)	曳船間隔	備考
記録始メ		NNW 4 (ビ)				
投網						
曳網始メ	12-07		SW	1.7 kt 前後	300 m	
	12-35				350 m	
寄セ始メ	12-50					

水 深　102 m

(i) 計　測 No. ⑨

　(i) 網　　計測 No. ① に略々同じ

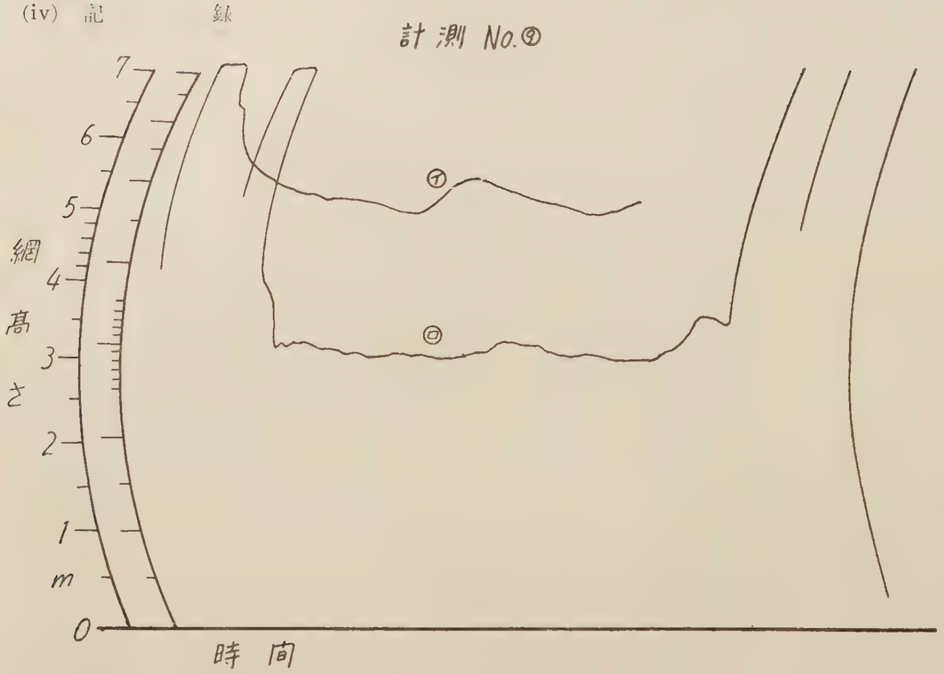
　(ii) 浮　子 計測 No. ⑧ に同じ

　(iii) 計　測　点

　　㋑ 天 井 中 央

　　㋺ 天　井　脇

(iv) 記　　録

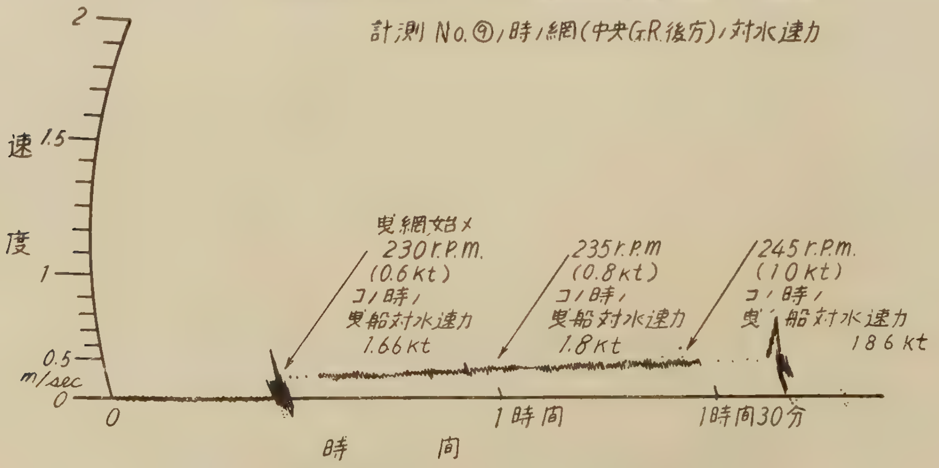


第 10 図　計 測 No. ⑨ の 記 録

(v) 記 録 の 要 目

第 12 表　記 録 ⑨ の 要 目

項　目	時刻	風向、風速	針路	曳船対水速力	網ノ対水速力	曳船間隔	備　考
記録始メ		NW3～2(ビ)	S				網ノ対水速力ハ網ノ対水速力計(漁研設計試作器)デ計測シタ記録ハ第11図ニ示シタ
投　網							
曳網始メ	08-30			1.66 kf (230 rpm)	0.6 kt	530 m	
	09-00			1.8 kf (235 rpm)	0.8 kt	〃	
	09-20			1.86 kf (245 rpm)	1.0 kt	〃	
寄セ始メ							

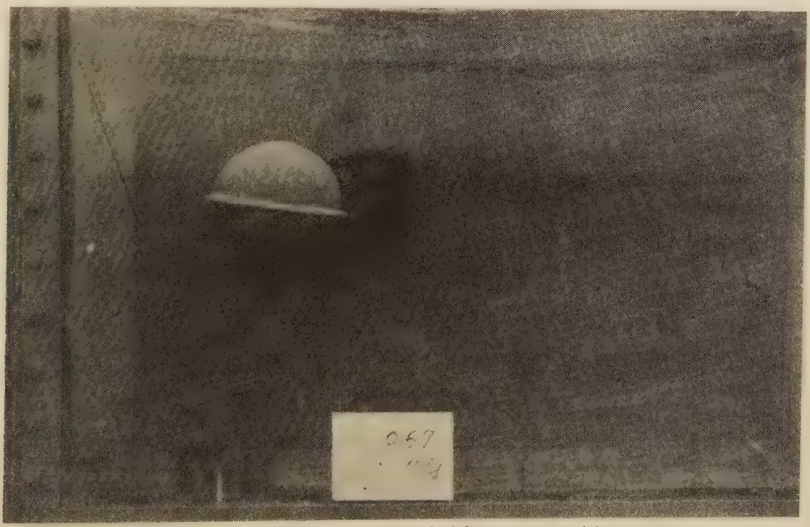


第 11 図　計測 No. ⑨ の時の網 (中央 G.R. 後方) の対水速力

3. 解　　析

曳網中の網各部の高さは強制的に揚力を網に与える浮子によるものか、又は構成された網地自体の流体抵抗によつて具現するものであるが、是等両者の作用する比重は如何なる度合であるかを知る事は甚だ重要な事である。筆者は数年来網成りの良否は基本的に網地の抵抗の適正なる配分構成によつて決するものであろうと考えて来た。即ち浮子装着後の網成りは所謂化粧された後の美醜であつて真実のそれは化粧前の素肌で決すべきであろうと信ずる。

勿論化粧後の結果が良好であれば否やはないのであるが、更にこの場合化粧前のものがすばらしければ同じ良好でも更にその程度はより良いものとなつて具現するものと考える。又浮子は H.R. に主として装着されるので、身網の網成りは直接には浮子の影響は受けない。是等は網地自体の流体的な要素が基本となる。即ちよく謂はれる“網の抵抗を少くする”事に無意味に終始することには一概に賛意を表しかねる。勿論曳網張力が少くなれば燃費も節約出来る等の長所は出て来るが、要するに網成りを形状的に良好にして漁獲能率を向上させる事が最終の目的であるから、燃費の節約だけに留り主目的に反するものであれば結果的には漁具として適切なものとは決して云えない。従つて網成りを良好にするには適切な抵抗を適当に網各部に適正に配分する様な網の構成であらねばならぬと考える。又是等網漁具の流体的、漁具学的考慮なくして只々網高さのみ増大させる特殊フロートにだけ努力を払うのは決して良策ではない。如何に網口が増大しても身網の網成りそのものが崩れて居れば漁獲能率の低下にこそなれ増大にはならないと思われる。それら高揚力を有するフロートを装着する場合にはそれらに完全に適合した網の構成としなければならない。現在の処未だその段階には大部分の網が追随して居らぬと思はれる。その一例として特殊フロートを使用せずに網漁具の構成を可成り前記条件に適合したものとし、H.R., G.R. 長の比を適正に加減し、曳網時の張力を主としてG. R. にかける様にし、それに通常の被袋硝子浮子を使用して従来の手繰網々口高さ（平均約２m）の２倍にあたる４m弱の網口高さを出す事が今回の実験で実証されたのである。今回更に網口高さ４～５mに適する網の構成として流体的な改善（後述）をし、被袋硝子球を廃め早急に完全裸球浮子を使用する事がより能率的な方法であると考えられる。



第 12 図　完 全 裸 球 浮 子 の 一 例

（1）　浮子を装着しない裸網の網成り

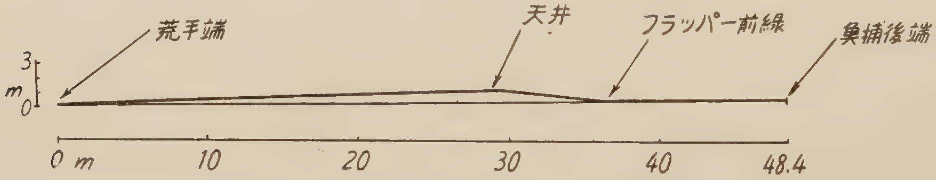
計測 No. ⑥ がその実験例である。第７図はその記録である。第 13 表は曳船間隔、対水速力と網高さである。

第 13 表

両船間隔	曳船対水速力	天井中央高サ	天井脇高サ	差
280 m	3.5 kt	0.65 m	0.35 m	0.3 m
400 m	3.3 kt	0.6 m	0.3 m	0.3 m

第7図でも判る様に浮子を装着しなくても網高さは絶対零ではなく相当量ある事が判然とした。又網自体の対水速力は不明であるが（次の実験には網の対水速力を計測する）、略々近似の曳船対水速力の時曳船間隔が大きくなる事によつて網口高さが低くなつている。

勿論この場合曳船間隔が開いた事と曳網速力が若干でも低下している事（硝子浮子に関してはこの逆となる）は網口高さをいずれも低下させる原因となつている。又この場合揚網後の網を観察するとフラッパーと上網との縫合線附近から後方の上網は全く海泥及び海苔様のもので汚されていた。この事は従来述べて来た様に流水速力がフラッパーによつてせき止められて急に低下し、それから後方の上網を持ち上げる力が働かない事を示している。この事は前号迄に述べたフラッパー装着法に対する見解が一応正論である事の証拠と見て良いであろう。



第 13 図　裸網曳網中の網成り

（2） 各種網高さ

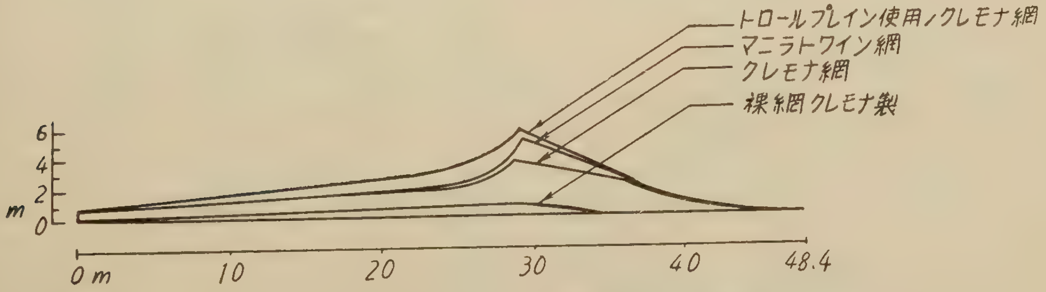
両次に亘る計測の各場合の曳船間隔、対水速力と各部網高さとの関係をまとめたのが第 14 表である。

第 14 表

計測別＼項目	両船間隔 (m)	曳船対水速力 (kt)	天井中央高サ (m)	天井脇高サ (m)	差　高 (m)
計測 No. 1	420 370	2.2	3.3 3.9 3.6	2.15 2.4 2.2	1.15 1.5 1.4
No. 2	300 550	2.5		袖中央 1.9　1.7 2.0　1.7	0.2 0.3
No. 3	400		3.7	2.7	1.0
No. 4	400 600 300 500		3.4 3.2 3.7 3.5	3.0 2.9 3.15 2.95	0.4 0.3 0.55 0.55
No. 5	300	2.3	5.6	4.15	1.45

No. 6	280 400 300	3.5 3.3 2.66	0.65 0.6 0.8	0.35 0.3 0.4	0.3 0.3 0.4
No. 7	380 270 450 350 460		4.3 5.0 3.6 4.45 3.5	2.6 2.85 2.45 2.8 2.35	1.7 2.15 1.15 1.65 1.15
No. 8	300 350	1.7 前後	5.3 5.7	3.0 3.05	2.3 2.65
No. 9	530 〃 〃	1.66 1.8 1.86	5.2 5.3 4.85	2.95 3.05 2.80	2.25 2.25 2.05
No. 10	320	1.7 前後	5.5	3.1	2.4
No. 11	〃	1.7 前後		3.5	
No. 12	350	〃		3.4	
No. 13		〃	5.0	2.95	2.05
No. 14	300	〃	5.75	3.00	2.75

従来の手繰網の通常曳網速力（曳船対水速力）2.5 kt 前後に於ては網口中央高さが2 m 前後程度であつた。然るに今次実験に於ては第 14 表で示した様に網口中央部で 3.5m を上廻つて居り最高 3.9 m になつている。是等の原因と思われる点に就て解明して見よう。即ち前項でも述べた様に浮子その他の網を高くする道具も網漁具自体がそれに伴わないものであれば、網口だけに関しても（但し身網の網成りは別）決してこの様な網高さを保つものではない。曳網時に網地と水との間に生ずる抵抗によつて網が自然にふくらむためには網の各部に適当な抵抗を生ぜしめる様な目合、網糸の太さ及びその抵抗でなければならない。第14図は各場合の網成り（側面）の比較図である。



第 14 図　1次実験時の各計測別の網成り（側面図）

今回使用した網漁具に就て従来の網より飛躍的な網高さを示した原因（長所）及びその未だ改善を要すると思われる欠点に就て述べて見よう。

（a） 長　　所

（i） 前天井の網地の目合が小さく1.8寸目であるため、この部分の抵抗が従来より大となり網口を揚げる力が働いている。

（ii） H.R., G.R.長 との比が従来のものより大となつて居り、曳網張力の両者への分布が従来のものより H.R. に関し減少し、G.R. に増加しているので、H.R. による網口の圧下現象が減少している。

（iii） ペンデントワイヤーのH. R. 側とG. R. 側との長さが、従来のものはH. R. 側がG. R. 側より短く曳網の張力がH. R. 側に余分に懸つていたのに対し、今回のは両者の長さが等しくなつている。

（iv） 是等の諸条件が綜合されて手木の内側面部の摺れが全くなく、荒手端部の高さが従来のものより立つている事が全体の網成りを良好にしている大きな要素となつている。

（v） 両次の計測は No. ⑦⑩⑪⑫⑬⑭ 以外は総べてクレモナ製の網であるが（合成繊維の初期のものではこの様な結果は出ず、常にマニラ製網より網成りが相当劣つていた）合繊製網でこの様な好結果を得た理由として一応この糸の比重が割合小さく、表面が従来のものより割合粗い事が原因していると思われる。トロール、底曳網に適すると思われる合成繊維の概略の性質は（イ）比重が出来るだけ小さいこと（ロ）糸の表面は少し位表面抵抗を生ずる様な粗いもの（少々毛羽立つている様なものが良い、即ち強度の問題を今少し強化出来れば繊維長を更に短くする事で実現出来るのではなかろうか、明らかにマニラに比べて未だ抵抗が少い事が証されている）（ハ）或る程度の柔軟性があること等であろうと考える。

（b） 欠　　点

計測 No. ⑥ で示した様に浮子を網に装着しなくとも網口高さは 0.6～0.8 m、天井脇で 0.3～0.4 m の高さを保つている。是は網地の流体抵抗によるふくらみに他ならない。処がフラッパー装着部（上網とフラッパーの縫合線）より後方は上網と下網とが全く重なり海底に接していた事は前述の通りである。この場合入網魚は1尾もなかつた事からして網口の高さはあつても後方の網成りが不良であれば漁獲能率が悪い事を如実に示したものであると考える。

（i） 天井中央部と天井脇部の高さの差が大きすぎる。従来は大体 0.15～0.2m 程度であつたのが今回は 0.3～1.5m もある。是は揚力が重点的に前天井中央部に集中している（網地の流体抵抗によるもの、浮子の揚力によるもの）からと考えられる。此の事は逆に揚力が減少し天井中央部高さが低くなると前天井部及びその後方の上網地に皺が生じ振揺を来し魚の入網の妨げとなる恐れがある。

（ii） 前天井網地の目合 1.8 寸に対しその後方が 2.6, 2.4, 2.3 寸目……となり、網地の流体抵抗が急減し天井網から後方の上網の網さが急減する嫌いがある。

（iii） 網内の流速がフラッパーのために急に低下し、従つて抵抗が減少するので網をふくらませる力が減少する。この事は計測 No. ⑥ が良く示している。この傾向を側面図で示したのが第15図である。

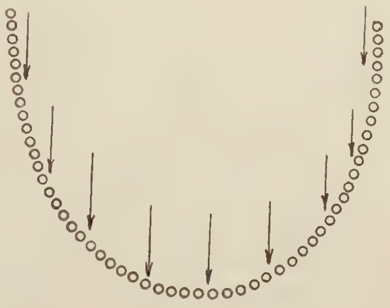
第15図　網の側面形状

（iv） 浮子及び特殊フロートの装着法の不良

（イ） 天井中央部と天井脇部との落差が 1.0～1.5 m もあつたのに金魚ブイを計測 No. ④の如

く装着すると（天井部の両側に近い処）天井脇部の揚力が増加しその落差が 0.3～0.4 mに減つた。

（ロ） トロールプレイン（英国フイリツプ型）を計測 No. ⑤ の様に装着した場合天井中央部と天井脇部との落差が 1.45 m もあつた。是は此の種フロートの特長である流体抵抗の一部を揚力に替えるものである以上、流線に対し横に配置された天井部に割合その効力が発揮されるが、奥袖、袖、荒手部は流線に対してフロートが重復する事になるので、完全な乱れ層の中に大部分のフロートが入る事になる。従つてその効力が充分発揮出来ないものと考えられる。第 16 図はその解説図である。

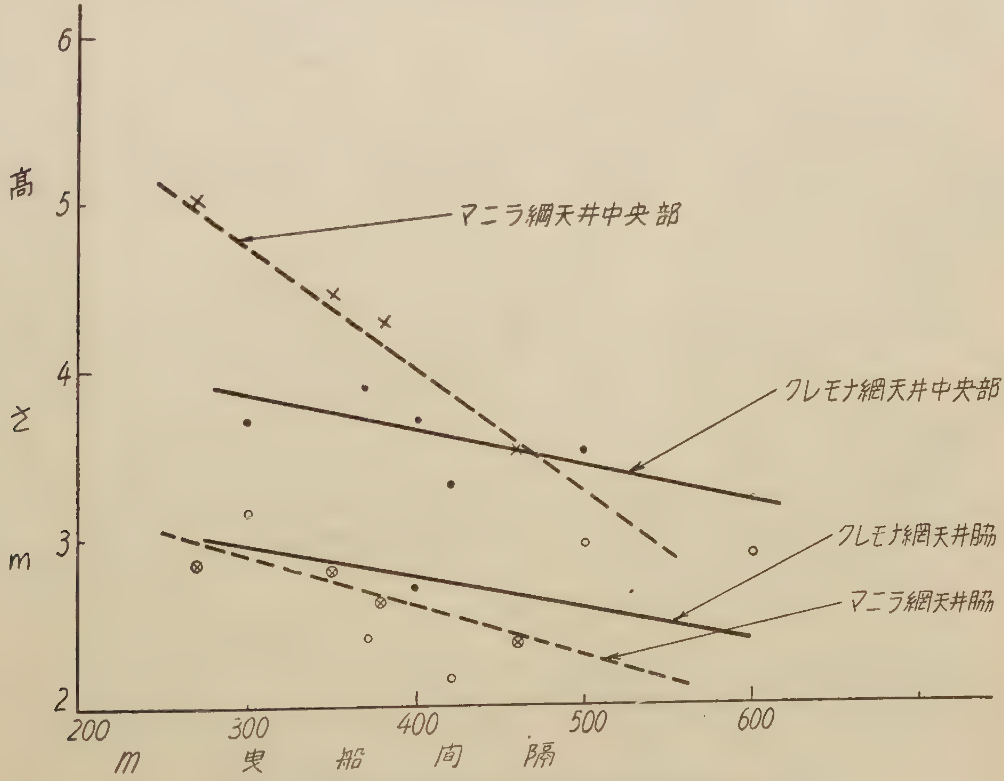


第 16 図 H.R. に当る流線の概略

従つてこの種のものはH. R.のとる曲線に応じて適当な大きさのものを無駄がない様適当な間隔を持たせて装着すべきであろう。

（3） 本実験に使用した網の改善の方法

今回の 実験から見て更に 網の設計に就て留意改良すべき点を述べて見る。 従来手繰網の 設計図を見ると H. R. 長、G. R. 長共経験並びに机上の理論によつてかその各々の長さが実施されているが、その網にとつては最も良い網成りとなる袖間隔と云うものがある筈である。然し実際にはこの重大な基本的な要素が完全に抜けている様に思われる。いい換えれば、この網は袖間隔 Xm が最良の網成りになるものとして設計し



第 17 図 マニラ網とクレモナ網との網口附近の高さの変化

たとすれば袖間隔 Xm にて曳網すべしとか又曳船間隔に換算して Ym の曳船間隔で曳網すべしとかを当然必須条件として明示すべきである。この種の事が注意されてない今日果して網の設計の基本は何処にありやと言い度い。大体筆者の経験では曳索長の多少に不拘 300～400m の曳船間隔で曳網するのが従来の網では一番良い網成りとなる様である。現実に於ては 600m の曳船間隔で曳網しているものすらある。是は誠に網に対して不忠実な操業法といわねばならない。

第 17 図は今回実験に使用した網の網高さ（天井中央部と天井脇）と曳船間隔との関係を示したものである。マニラ網とクレモナ網との天井中央部の網高さは、マニラ網の方が曳網間隔 460m 附近迄は優れて居るがそれより広い曳船間隔ではクレモナの方が良い様である。天井脇ではクレモナ網が優れている。然もクレモナ網の天井中央高さと天井脇高さは曳網間隔に応じて互に平行しているが、マニラ網だけが天井中央高さと天井脇高さとが平行していない。この差異は果して両網の構造の若干の相違によるものか、マニラとクレモナとの本質的な材料的性質の差によるものであるかを今後追究して見る必要がある。この比較は曳船速力の差を含めていないから点のバラつきとして出ているので各線により平均した。

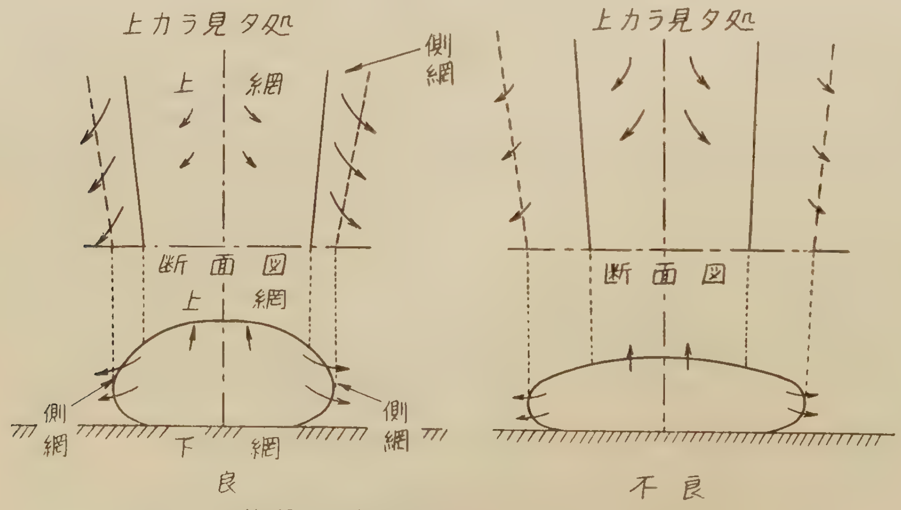
具体的な改良点（網設計の基本要素）を列挙すると次の様になる。

（a） 先ず守るべき曳船間隔（袖間隔）を決定し、それに基いて、H. R.， G. R. 長を決定する。

（b） 天井網の目合 2.6 寸目を今少し前天井網の目合 1.8 寸目に近づけ、その後方の網地もそれに応じて急な目合変化を避け適当な目合とすべきであろう。但しフラッパー装着法を改良した（次項に述べる）網に於ては上網とフラッパーとが重なるため、両者縫合線より後方の上網の目合は必ずしも小さくする必要はないと考える。

（c） フラッパーは曳網中は上網に吹き上げられて重なり、網が停止した時カーテン状に垂れ下り入網魚の逸脱を防ぐ様な吹き流し式の装着法として、現在の様なフラッパー後方の網成りの崩れを防止すべきである。

（d） 側網の目合は従来相対する上網と全く同一寸法であるが是は網成りを良好ならしめる条件ではないと思われる。即ち網中の水はどこからか網の外にはけさせなければならない。その主なるはけ場所は側面とし、この部分の抵抗を極力抜いて側網の彎曲度を少くし網を立たせるべきである。同時に上網はむしろ側網より抵抗を生じさせ少しでも上に吹き上げられる様な側網の目合より小さいものとすべきである。結局上網と相対する側網の目合は上網のそれより大なるものとすべきであろうと考える。第 18 図はその説明図である。

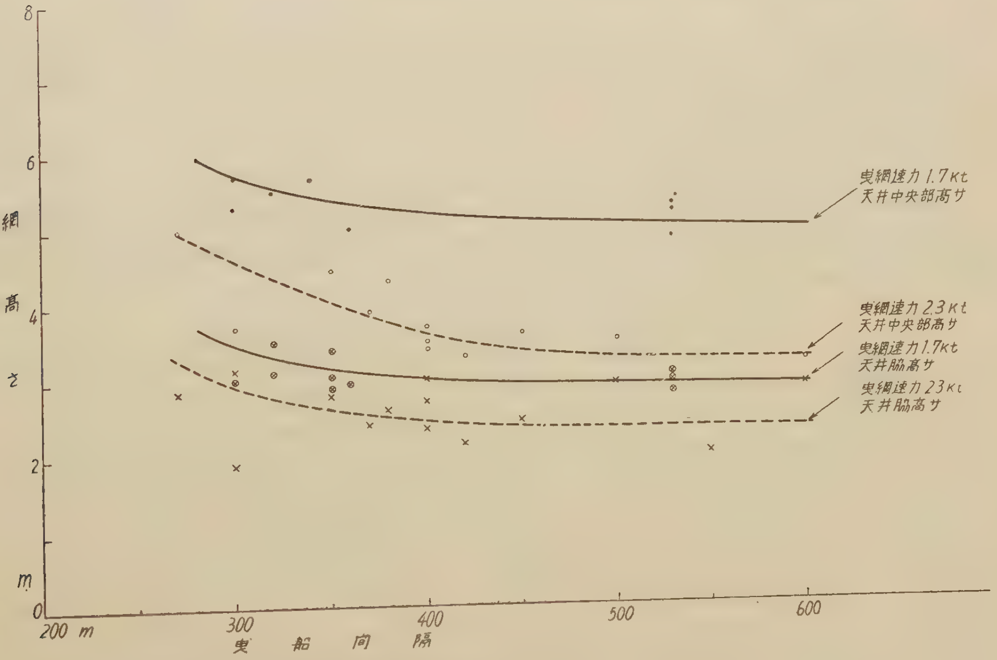


第 18 図 身網の断面形状の良否

（4）　網に対する操業条件の検討

1次2次の2回に亘る実験に於ては網漁具は全く同じ構造のものを使用しているが、各計測別の浮子装着は若干異つている。両者で著しい差は天井中央部高さが1次の方が低く大体3〜4m程度であるのに対して、2次の場合は5〜5.5mである事と、今一つは天井中央部と天井脇高さの落差が前者は 2〜0.75 m と曳船間隔によつて急減しているのに対し、後者は 2.5〜2m程度で大した変化がない事である。是等はそれぞれ第19,20図に示す通りである。この事は天井中央部が特に2次に於て吊りとつている事が推察される。是は装着した浮子の能率が良い事である。即ち両次共、同一の浮子を装着しているに不拘この様な差が生じているのは浮子に生ずる流体抵抗の大小によるものであろうと考える。即ち第1次が浮子の抵抗が大で第2次が少であると云う事になる。

これは又網地に当る流速が第1次が第2次より大である事を同時に意味する。又手繰網の高さが2m前後の時代(約2年前迄)においては低速曳網時でもこの様な異常な網高さは出なかつた。この原因は従来の網はH. R.長G. R.長の比が小さく張力がH. R.に主として懸つていたためで、今次の網はH. R.長とG. R.長の比が大にしてあるので張力が主としてG. R.にかかる様になつているから低速時には或る程度自由に網高さが増大する事が可能であつた訳である。第19, 20図にも示す様に第2次の曳船対水速力 1.7 kt 附近の曳網速力の場合は、天井中央高さと天井脇の高さとは大きな落差を持ちつつ曳船間隔が広まるにつれ若干低下しているが大した低下量ではない、処が第1次の附近の割合高速時には曳船間隔が広まるにつれ天井中央部高さが急減する程天井脇高さは減じていない。又記録から見て第2次の様な低速曳網時の天井中央部の高さの記録は、小さい波（上下動）を生じている。是は該部のふらふらの不安定な状態を示すものであり、浮子装着部が吊りとつて居るだけで後方の身網は急傾斜で垂れているので網として好ましい状況ではないと思われる。計測 No. ⑨ では中央部G. R.後方に網の対水速力計を装着した処第11図，第12表に示す様に曳船対水速力の約½の意外な網の対水速力となつている。是はピトー管がG. R.の蔭になり渦層の中にあつたた



第19図　曳船間隔、曳船対水速力と天井中央、天井脇高さの変化

第 16 表の良否の判定は身網の傾斜が良好で然も天井中央部と天井脇高さの差が 1.1m 以下のものにより選定したものである。

従つて今回使用した網の使用条件は曳船間隔 300～350 m で曳網速力は 2.2～2.3 kt 又は若干これより上廻る速力である事が必要である。

今後は網漁具を設計するに当り 使用する曳船の性能から是等の 条件を 満足する様な ものとせねばならぬし、又網漁具の設計図には必ずその使用条件を確実に併記すべきであろう。

なお計測 No. ⑧ の網自体の対水速力と曳船の対水速力の関係は第 12 表と第 11 図の様な関係にあつた。是は意外な程網の対水速力が低いことを示している。この場合速力計のピトー管がG. R. の後方に隠れていた関係も若干あつた様であるから正確な計測は次に譲ることにし、今回は参考に留めて置く。

む す び

27 年度から続けて来た底曳網用旧型網高さ計（Ⅲ型迄）に就ては一応本号で終り、 次回からは更に飛躍的に向上させた精度を持つ小型高感度自記式網高さ計について研究を進める予定である。今回の実験に協力を頂いた日本水産長崎支社長山下行雄氏、畠本課長、細川主任、森浦社員、並びに矢上、田上丸、常盤、尾上丸の各乗組員各位に謝意を表する。

磁気羅盆に関する研究—Ⅶ
(試作極地用磁気羅盆の実験　第2報)

石井　謙治

Study on Magnetic Compass Bowl—Report—VII
(Experiments on High Latitude Compass Bowl, No. 2)

Kenji Ishii

ABSTRACT

As we have already reported in the Report VI, the new type High Latitude Compass Bowl has showed satisfactory results. Judging from the results, it is ascertained that the new one can be practically used on the Antarctic zone.

The main difference of the new bowl is to use Silicone 0.65 c.s. as the damping liquid. However, the system to make the dragged angle little is quite same as the former one, as the both has the low viscosity damping system.

At first, the damper was not applied on the card of the new bowl, and big yawing was found when the boat made rolling and pitching.

The big yawing was occured because of the specific area of the navigation, say in the upper part of the high latitude zone where the heeling error became greater, and it is not for the sake of the poor character of the card itself.

Then it is quite necessary th make the damping less, by appling some damper on the card. By our experiment, the results of the damper is quite outstanding, namely the sensibility has become 7 seconds, and the extreme angle has showed 7° at 0.30 gauss of H.

However, even in the case of the card with the damper, the error is rather greater because of the variation of the high latitude zone. But in the new bowl, the variation is correctly measured even on the steel boat, and the further study will be made on the measurement of the variation.

項　目

まえがき
1. 第2次試作の要点
　(1) 制動液の変更について
　(2) 羅牌部とその特性
　(3) 羅盆及制動液膨脹室
2. 基礎試験
　(1) 制振特性
　(2) 随伴角
　(3) 温度試験
3. 現地実験

（1） 旋 回 試 験
（2） 船体の動揺による羅牌の振れ回りについて
（3） 緯度変化による自差の変動
（4） 極地の磁気偏差
（5） 経 年 変 化
む す び

ま え が き

さきに試作した極地用磁気羅盆が、現地実験に於ても一応の好成績を治めたことは、既に漁船研究技報第7号、磁気羅盆に関する研究—VI（試作極地用磁気羅盆の実験、第1報）に詳細に報告した通りである。しかしこの試作磁気羅盆は、あくまでも実験用のもので、随伴角や制振特性などの如き、羅牌の運動性能の向上にのみ重点をおき、一般的な実用性については考慮することの少なかつた、いわば仮の型式のものであつた。従つて性能的には満足であつても、制動液の変色及び漏洩、パッキングの変質、羅盆内塗料の使用不能等、多くの欠陥を有していた。

此度の第2次試作はこれらの欠点を取除いて、完全な実用性を持たせようとしたものであり、各種の実験の結果は、充分にその目的を達するものであつたので、ここに報告する次第である。尚第1報に於て指摘したような南氷洋の磁気偏差に対する疑問は、今回の現地実験の結果にも現われており、偏差の不精確さは略確実と見做されるようになつた。これについても簡単に述べてみるつもりである。

1. 第2次試作の要点

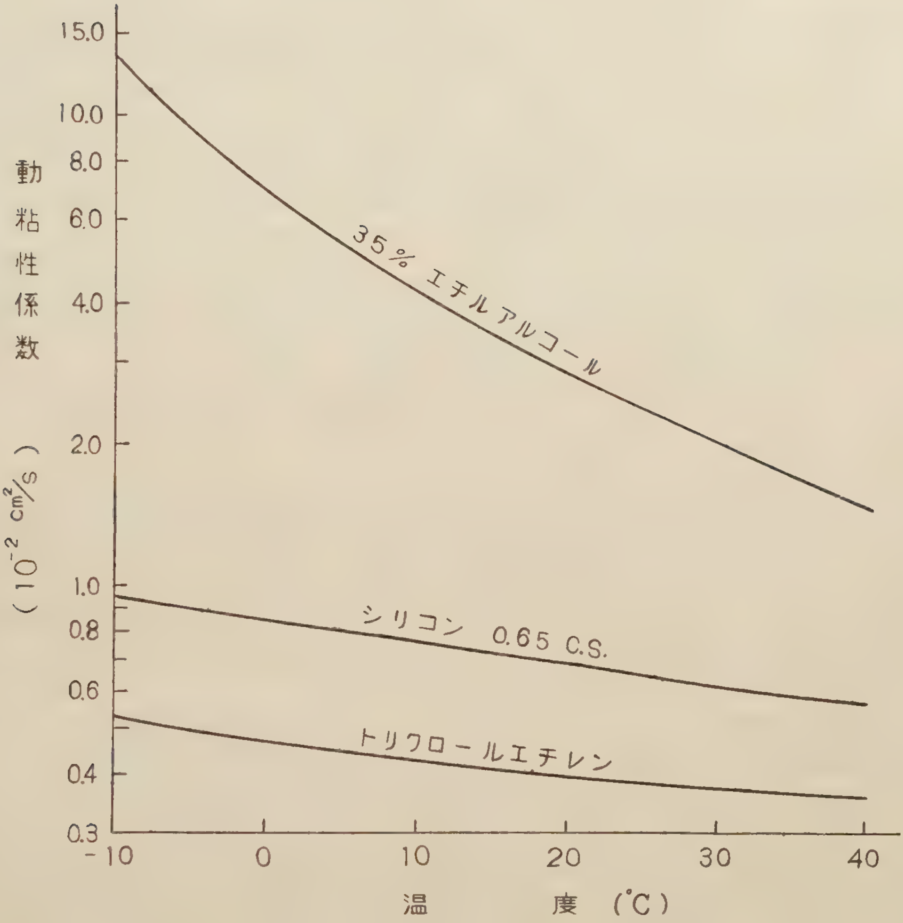
（1） 制動液の変更について

今回の第2次試作型と前回試作型の主な相違は、制動液の変更を行つたことである。前回に用いたトリクロールエチレン（$CCl_2 : CHCl$）は動粘性係数 ν が低く、低粘性制動方式には効果的な制動液であつたが、その反面、塗料やパッキングなどに対して、強い溶解力を持つており、塗装や漏洩防止が完全に行われないという欠点があつた。しかし、他の低粘性液体を取上げてみても、程度の差こそあれ、いずれも強度の溶解力を持つものであつて、問題の解決にはならない。止むを得ず、これらの液体に耐え得る塗料やパッキング材の研究を行つてはみたが、完全なものは得られなかつた。例えば耐薬品性の大きいと云われるエトキシリン樹脂系塗料にしても耐久力は不足であり、ニトリルゴムやネオプレーン等のパッキング材も膨潤が甚しい上に、液体が着色して了うという始末であつた。こうなると現在の段階では、シリコンオイルが残された唯一のものになつてくる。シリコンオイルは前回試作の時にも候補にあげたものであるが、高価なために使用を断念したのであつた。しかし、他に適当な液体が見当らず、最近は価格もかなり低下しているので、ともかく使用することにした。

シリコンは、その系列中でも最も粘性の低い 0.65 C.S.（25°C で $\nu=0.65\times10^{-2}$ cm²/s）であつて、その動粘性係数と温度との関係は第1図に示すようなものである。比較のためにトリクロールエチレンと35%エチルアルコールをも掲げておいた。その他のシリコン 0.65 C.S. の諸元は次の通りである。

比　重（15°C）	0.76
融　点	−68°C
沸　点	99.5°C

以上で判るようにシリコン 0.65 C.S. はトリクロールエチレンに比べて、ν が約 75% も大きく随伴角に関しては稍不利であるが、比重が ½ 程度しかないから制振特性を向上するのにはかえつて有利である。



第 1 図 制動液の温度特性

(2) 羅牌部とその特性について

前回のトリクロールエチレン制動液では印刷カードが使用できず、金属腐蝕カードに銀鍍金を行つたものを用いたが、今回はシリコン制動液なので通常のアルコール用印刷カードを用いた。直径は 175mm で JES の 165 mm よりやや大型である。

磁針もカードと同様に 35% エチルアルコール用 (磁気能率 2100 gauss) のものをそのまま使用すること

第 1 表 制動液と制振特性及随伴角 (H=0.37 gauss)

制動液種類	ν(C.S.)	ρ	感度(s)	周期(s)	行過ぎ角(度)	制振定数	随伴角*(度)
シリコン	0.71	0.76	3.2	12.4	22	69	4.0
トリクロールエチレン	0.41	1.48	4.1	15.8	24	98	2.4
35%エチルアルコール	3.50	0.95	6.2	24.0	15	93	20.0

註 * 随伴角は H=0.05 gauss, 旋回時間 $2\pi/\omega=1.5$ 分の場合

にし、特に磁力の強化を計つてはいない。シリコンを用いれば、この羅牌直径及び磁気能率でも、充分な感度、周期及び随伴角の減少が期せられるからである。第1表は $d=175$ mm, M=2100 gauss に於けるシリコン 0.65 C.S., トリクロールエチレン、35%エチルアルコールの三つの場合の特性を計算して比較したものであり、計算には既に発表した制振特性及び随伴角に関する実験式[1]を用いた。これで判るように制振特性を向上させるにはシリコンが最も優れており、制振定数は 69 に達する。これはダンパーの無い羅牌では記録的な低さであり、シリコンの使用が制振特性向上に効果的であることを示している。これにはシリコンの比重の小さいことが、大きく影響しているのであつて、仮りにトリクロールエチレンで、シリコン程度の感度を得るのには約 3,200 gauss の磁気能率を必要とするのである。かようにシリコンの使用は磁気能率を大きくすることなく、充分な感度を持たすことが可能となるから、適当なダンパーをつければ制振指数を 50 程度、即ち感度 7s, 行過ぎ角 7° 程度にすることも不可能ではないであろう。しかし、今回は極地用のことでもあり、弱水平磁場に於ける感度低下を考慮して、ダンパーはつけないことにした。

随伴角についても、計算値は第1表の如くであるが、この計算に用いた実験式は、$\nu=1.0$ CS 以下での誤差が大きく、実際にはこの ½ 程度になるから問題はない筈である。

(3)　羅盆及び制動液膨脹室について

羅盆は現用型式と全く同じである。唯一般の 165 mm 羅牌の場合の羅盆内径 220 mm に対し、やや小型の 206 mm のものを採用した。この結果羅牌と羅盆のクリアランスは、前者の 27.5 mm よりかなり小さい 15.5 mm となるが、この程度ならば随伴角の増加する怖れはない。羅盆内径を小さくすることは、膨脹係数の大きいシリコン（35% エチルアルコールに比べて）を使用する以上、当然考えるべき事であつて、本羅盆の全容量（膨脹室を含む）約 2250 cc は、一般の 3000 cc～3500 cc に比べて遙かに小さい。これはまた高価なシリコンを節約するという点でも、必要なことであつた。

膨脹室は本試作羅盆の特徴の一つである。初め通常のベローズ型膨脹室を用いて温度試験を行つたところ、低温時に異常は無かつたが、高温時には僅か 40°C で気泡を発生するという状態であつた。これは従来の常識に反する現象であるが、シリコンのように沸点が低く、揮発性に富む液体は、羅盆に封入されたままでも、高温時には気化を起すものなのであり、羅盆内圧を高くすれば防ぎ得る性質のものである。今回使用したベローズの剛性は余り高いものではないから、高温時に於ける羅盆内圧は余り上昇していない。従つてベローズの剛性を高くする必要が生じてくる訳であり、ベローズ背面につる巻バネを組合せるという方法を採つた。この結果 60°C の高温試験でも気泡の発生は認められず、−30°C の低温試験にも何等異常は認められなかつた。

2. 基礎試験

(1)　制振特性

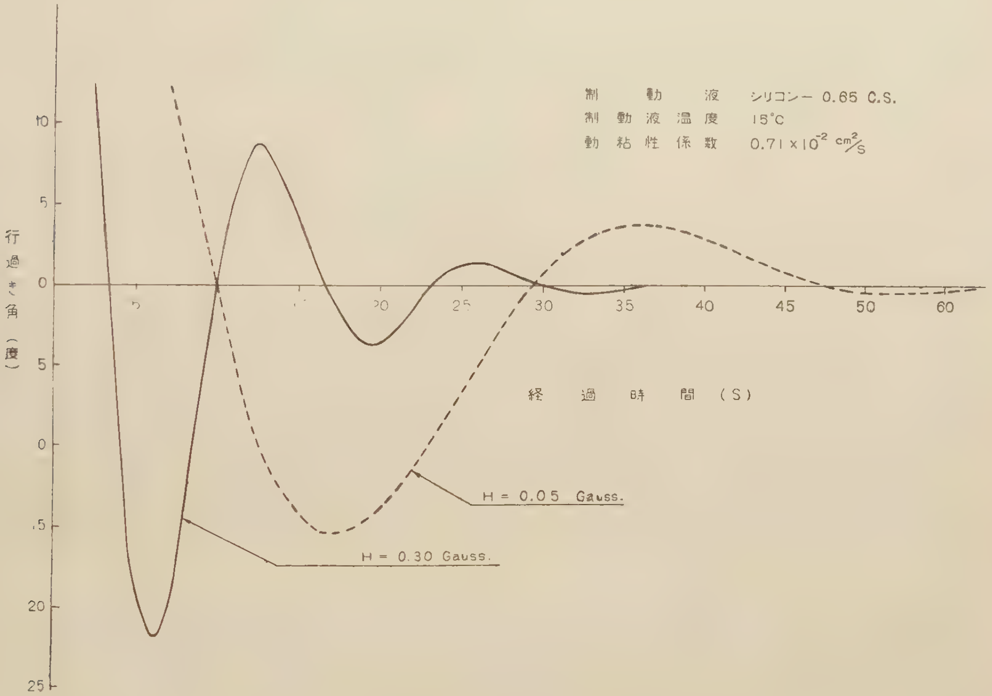
制振特性を実測した結果は第2表及び第2図の如くである。これは 1(2) 項で述べた計算値とよく合つて

第2表　制振特性（液温 15°C, $\nu=0.71$ C.S.）

水平磁力 H (gauss)	主要点の経過時間 (s)											行過ぎ角（度）					周期 (s)	制振定数	制動率 (%)
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5			
0.30	3.2	6.2	10.0	12.7	16.4	19.7	23.0	26.2	29.5	33	36	22.0	8.7	3.8	1.4	0.6	13.2	69	51
0.05	10.0	17.0	30.0	36.0	47	52	61					17.0	3.7	0.6			37.0	170	62

1)　漁研技報第3号、第5号、第7号「磁気羅盆に関する研究—Ⅲ～Ⅴ」

いる。これらの特性は前回試作の感度 4.6 s, 周期 17.4, 行過ぎ角 21.8°, 制振定数 98 (但し 0°C, 15°C にすれば、夫々、4.46 s, 22°, 98 となる) に比較して遙かに良好である。

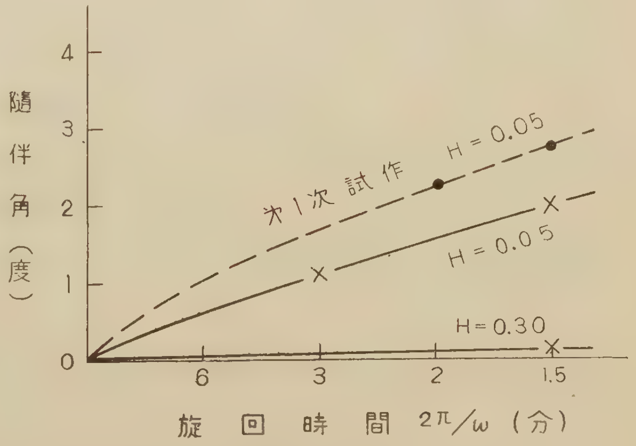


第 2 図　極 地 用 磁 気 羅 盆 の 制 振 曲 線

この程度の感度、周期に対しては、ダンパーを使用して制動を好くすることが望しいのはいうまでないが、極地用のことでもあり、前回の現地実験では羅牌の振れ廻りは少なく、制動不足の懸念は全くなかつたので、このままでよいことにした。ダンパーを使用すれば、制振定数を 50 程度にすることも可能であるが、これは既に述べた通りである。

(2) 随　伴　角

随伴角の実験結果は第 3 図の如く、水平磁力 H=0.05 gauss、旋回時間 $2\pi/\omega=1.5$ 分で 2.0°、同じく 3.0 分では 1.1° であつた。これは計算値の ½ に相当するが、この相異は実験式の誤差によつて生じたものである。前回試作のものよりも約 30% 少なく極地に於ける随伴角の懸念は全くない筈である。



第 3 図　極地用磁気羅盆の随伴角

(3) 温 度 試 験

高温 60°C, 低温 −30°C の試験は JES 規格よりも過酷なものであるが、前述のような膨脹室の採用によつて、気泡の発生は全く見られず、塗料や制

動液にも何等異状は認められなかつた。

3. 現 地 実 験

現地実験は昭和 30 年度南氷洋捕鯨船団に依頼したが、実験を担当されたのは次の 5 船である。

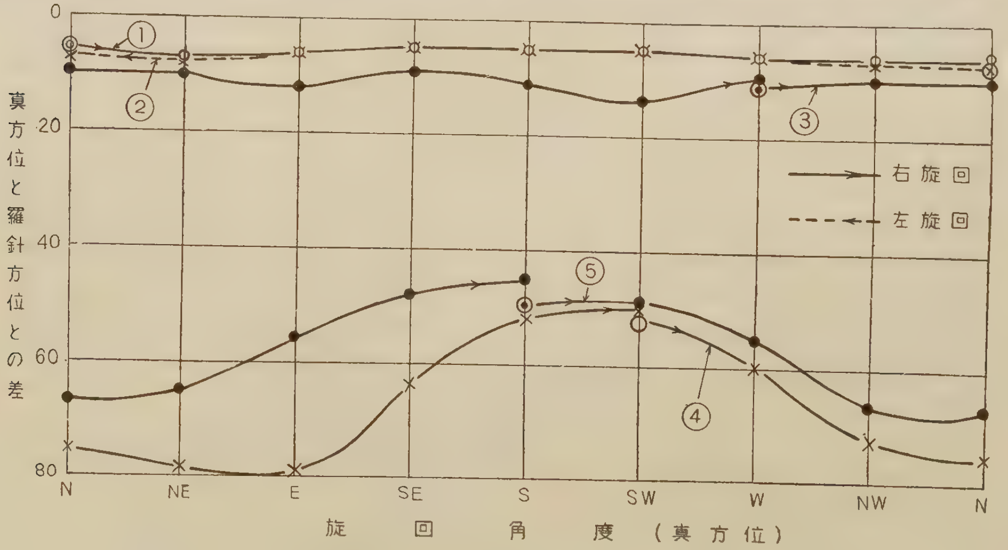
(i)	日本水産 K.K.	図南丸（　　　　母船）
(ii)	〃　〃　〃	栄幸丸（1000 屯　仲積船）
(iii)	〃　〃　〃	浅間丸（1000 屯　仲積船）
(iv)	日本冷蔵　〃	駿河丸（ 850 屯　仲積船）
(v)	大洋漁業　〃	第三天洋丸

実験期間は昭和 30 年 12 月末～31 年 2 月に至る約 2 ケ月間、場所は南氷洋海域である。

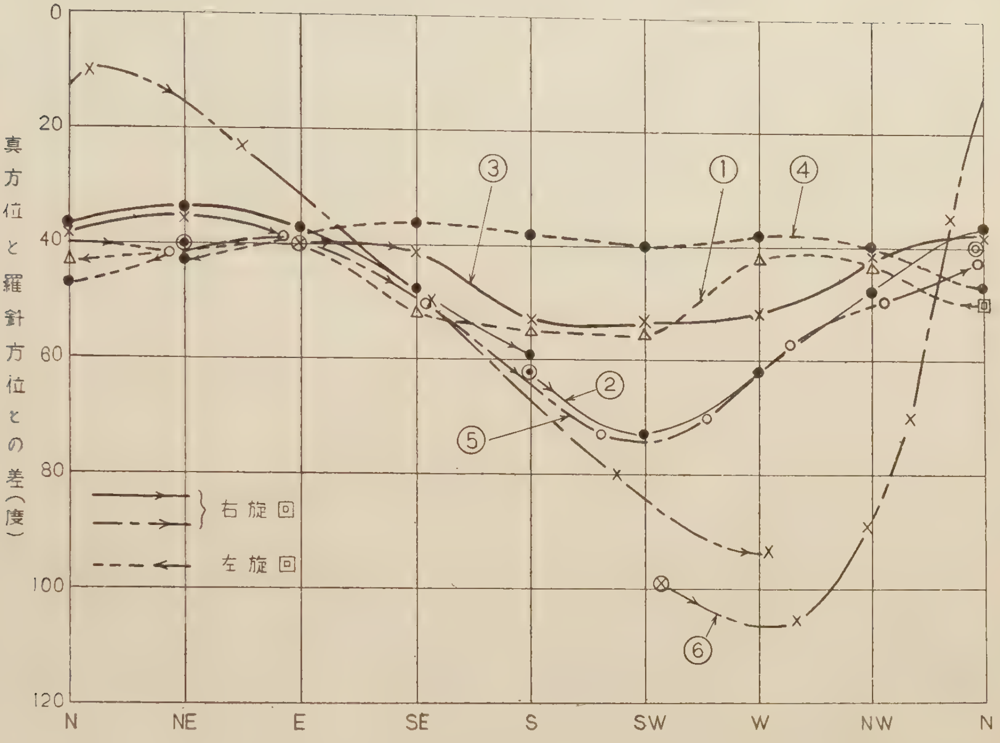
以上の実験担当船は何れも多忙な本務を持を持つており、当方の望むような実験は、なかなか行い難い状況であつたが、それにも拘らず熱心に御協力頂いたことは感謝に耐えない。又第三天洋丸は南氷洋調査のため便乗されていた宗谷船長松本氏に実験を依頼したものであるが、この羅盆のみが制動液の漏洩が甚しく(パッキング不良による)充分な実験を行い得なかつたことは、甚だ申訳ない次第であつた。従つて第三天洋丸と旋回試験不能の図南丸を除いた三船が、極地での旋回試験を行つた訳である。しかし図南丸と第三天洋丸は、羅牌の振れ回りに関するデータを数多くとられたので、今後の研究に益すること多大であつた。以下各試験について述べることにする。

(1) 旋 回 試 験

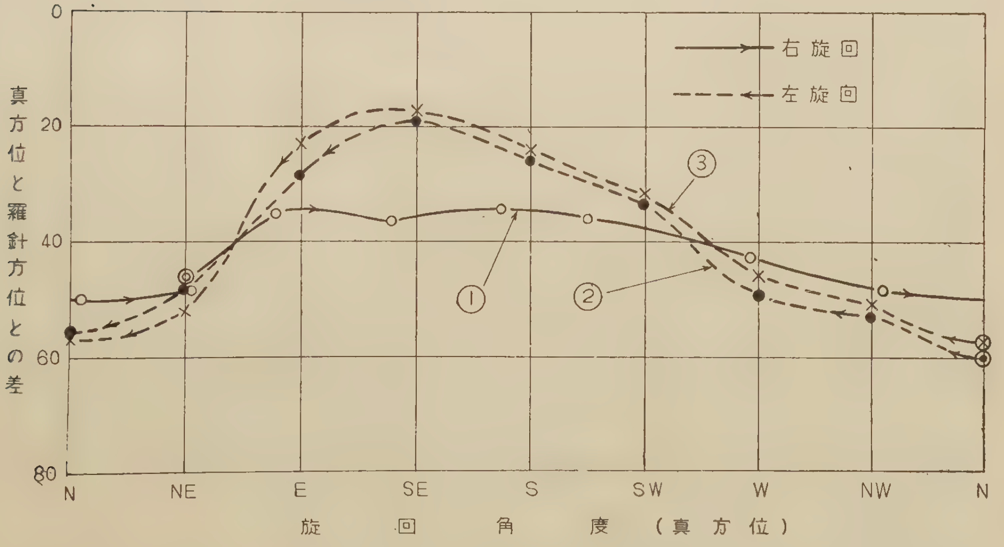
旋回試験はヂヤイロコンパスを基準として一旋回を行い、途中の 8 方位について磁気羅盆の指示を読取つた。磁気偏差は海図記載のもの、水平磁力は水路部発行の等水平磁力線図によつて推定した。第 3 表及び第 4 図乃至第 6 図は栄幸丸、浅間丸、駿河丸の旋回試験の結果を示すものである。旋回開始時と終了時の羅針方位の差が、随伴角に相当する訳であるが、実際には自差が大きいので、羅牌は自差につれて運動し、その制振運動の影響が含まれて了うので、厳密な意味の随伴角を示してはいない。第 3 表中でも多くのものが、随伴角とは逆の方向の偏れを生じているのは、この事を示すよい例であり、随伴角が殆ど無いことを意味し



第 4 図　旋 回 試 験 I （栄幸丸）



第 5 図　旋 回 試 験 II (浅間丸)



第 6 図　旋 回 試 験 III (駿河丸)

第 3 表　極地用磁気羅盆の旋回試験成績

船名	旋回時間 (m)	旋回方向	水平磁力	偏差 (度)	旋回角度（真方位、ヂヤイロ基準） 0	45	90	135	180	225	270	315	随伴角* (s)−(p)
天洋 ①	8.8	左	0.38	2.8E	358	47	95	140	183(s) 183(p)	223	264	309	0
栄幸 ①	25.0	右	0.36	4.8E	354(s) 354(p)	38	84	130	175	220	264	309	0
〃 ②	15.0	左	〃	〃	353(s) 353(p)	37	84	130	175	220	264	308	0
〃 ③	5.0	右	0.32	10E	350	40	78	124	169	214	259(s) 260(p)	305	−1
〃 ④	〃	〃	0.12	40E	285	327	11	72	128	173(s) 175(p)	210	242	−2
〃 ⑤	7.0	〃	0.17	35E	293	340	35	87	130(s) 135(p)	176	215	248	−5
浅間 ①	3.2	左	0.12	〃	310(s) 312(p)	4	50	83	125	170	228	271	+2
〃 ②	〃	右	〃	〃	323	11	53	87	118(s) 121(p)	152	208	267	−3
〃 ③	〃	〃	0.15	〃	322	10	50(s) 51(p)	94	127	172	218	273	−1
〃 ④	3.1	左	〃	〃	313	5(s) 2(p)	52	99	142	185	232	275	−3
〃 ⑤	3.4	右	0.12	〃	42	84	140	208	250	282	320	355(s) 357(p)	+2
〃 ⑥	3.1	〃	0.07	30E	10	68	140	234(s) 215(p)	285	314	330	345	−12
駿河 ①	5〜6	〃	0.15	34E	46.5(s) 48.0(p)	80	126	169	216	268	318	5	+1.5
〃 ②	〃	左	〃	33E	300(s) 305(p)	357	61	116	154	192	220	262	+5
〃 ③	〃	〃	〃	35E	302(s) 304(p)	353	67	118	156	193	224	264	+2

註 (1)　表中 (s) は旋回開始。(p) は旋回終了時の指示。

(2)　随伴角は自差の影響があつて正しい値を示していない。(−)符号のものはすべて逆方向，即ち旋り過ぎていることを示すもので、自差による羅牌運動の影響が現れている。(+)符号のものも同様に正して随伴角を示すものではない。

(3)　浅間 ⑤，⑥ 及び駿河 ① は羅針方位基準の場合である。

ている。又同一地点に於ける右旋回と左旋回とでは途中の経過にかなりの相違を示しているが、これは自差による羅牌運動の影響ならびにガウシン差などの影響とみてよいであろう。唯各船共羅牌の振れ廻りが甚しかつたところからみて、この影響が最も大きいかもしれない。

尚旋回試験によつて得られた羅牌方位は、近似的な自差曲線とみられるものであるが、何れも極地では甚しく大きい自差を生じている。従つて船の旋回角度が 90° 以内の場合は、船首方位の変化に伴い、羅針方位もまた同程度変化することもあり得るのであつて、恰も羅牌が動かないように見える状態となる。かような現象は、随伴角が大きいために（従来の羅盆のように）起る場合と、見掛上は全く同じようになつて了う。第三天洋丸で実験された松本氏の報告に「極地用コンパスも眠つて了つた」とあるのは、恐らくこのような状態に概当するものではないかと思われる。かように自差が大きいと、恰も磁気羅盆の性能が悪いように見誤られる怖れがあるし、航海にも支障を来たすから、どうしても現地に於ける自差修正の実施が望ましい。

以上のように旋回試験の結果は、随伴角が殆ど生じていないと判断できるもので、極地用としての主要性能を完全に発揮していると考えられる。

(2)　船体の動揺による羅牌の振れ回りについて

各船の報告によると、船体の動揺による羅牌の振れ回りが、相当に大きいことが指摘されている。第三天

第 4 表　羅牌振れ回り実測値（第三天洋丸）

水平磁力 (gauss)	船首羅針方位 (度)	ローリング角 (度)	振り回り角（全振巾） 極地用	標準型
0.20	200	±3	10	3
0.17	210	〃	10	3
0.15	216	±2	6	1
0.14	294	±2	1	1
0.13	277	±1	2	3
0.13	219	±5	15	7
0.12	225	±3	10	3
0.12	228	±5	10	4

第 5 表　羅牌振れ回り実測値（図南丸）

水平磁力 (gauss)	船首羅針方位	海　況	ローリング角(度)	振れ回り角(全振巾)	水平磁力 (gauss)	船首羅針方位	海　況	ローリング角(度)	振れ回り角(全振巾)
0.15	297	5	±1	6	0.10	156	3	±1	4
〃	138	4	±2	5	〃	257	5	±1	3
〃	335	3	±1	10	〃	73	5	±1	2
〃	49	6	±1	6	〃	181	4	±2	13
0.14	197	5	右 2 左 5	10	0.09	183	5	右 3 左 6	35
0.13	158	5	右 4 左 2	20	〃	〃	4	右 2 左 5	40
0.12	258	4	±1	2	〃	〃	3	右 3 左 5	40
〃	269	5	±2	2	〃	188	6	右 4 左 3	24
〃	213	5	右 3 左 2	7	0.08	186	4	右 3 左 2	28
0.11	51	3	±1	2	〃	〃	5	±2	20
〃	167	4	±1	4	〃	188	6	右 2 左 0	10
〃	165	4	±2	4	〃	195	3	±2	5
〃	159	5	右 2 左 3	14	0.07	162	5	右 3 左 1	6
〃	193	6	±2	20	〃	〃	5	右 1 左 0	6
0.10	156	3	±1	4	0.06	192	5	右 3 左 2	6
〃	257	5	±1	3	〃	188	6	右 4 左 3	24
〃	73	5	±1	2	〃	187	6	右 4 左 3	40

洋丸松本氏の「僅かな船体の動揺にもすぐ yawing（振れ回り）が大きくなるため、操舵用としては不適、特に時化の時は南氷洋ならず内地近海でも、アルコールコンパスに比し使用困難」という報告は代表的なものと云えよう。振れ回りの実測は第三天洋丸と図南丸が行つて、豊富なデータを提供された。第4表及び第5表がそれで、特に図南丸の場合は記載したものの 10 倍に及ぶ計測が行われており、適宜ピツクアツプして表としたものである。これらの計測結果は定量的な取扱いはできないにしても、大体に於てローリング角の大きい時は、羅牌の振れ回りも大きいことを示している。その原因は次の二つと考えてよいであろう。

(i) 羅牌の制振特性が短周期に過ぎること、つまり制動が不足であること。

(ii) 船の傾船差修正が適当でなく、傾船差が大きく現れていること。

(i) は既に述べたように、周期 13.2 s（H=0.30 gauss）という短周期で、標準型の ½ 程度であることに基原するのであるが、極地では大体 30 s 前後の周期になつており、かような結果は意外であつた。第三天洋丸で、極地用が標準型の 2～3 倍の振れ回り角を示すのは、単的にこの事を裏書きしている。但し両者の傾船差が、同じであるかどうかは判らないから、厳密な比較はできないにしても、大体の傾向を示すものであることに間違いはないであろう。

(ii) の傾船差の問題は重要である。一般に傾船差は緯度が変れば変化する性質のもので、永久磁気によるものは水平磁力 H に逆比例して増大し、一時磁気によるものは鉛直磁力 Z に比例、水平磁力 H に逆比例して増大する。従つて南氷洋などの高緯度では、よほど修正をよくしておかないと大さな傾船差を生ずることになる。特に今回のような内地出港時の修正のままの場合には、大きくでる可能性がある。又傾船差はローリングの場合、磁気針路の北及び南で最大となり、ピツチングの場合には東及び西で最大なる。第4表及び第5表の計測結果はローリング角のみで、ピツチング角を計測していないから、動揺と振れ回りとの関係を適確に掴むことはできないが、いずれにしても最大 40° に及ぶ振れ回りは、傾船差修正の不充分さを示すものに外ならない。前回の実験の生駒丸は、極地でも暴風圏でも羅牌の振れ回りは少なく、傾船差修正が完全であれば問題はないという、丁度今回の実験の反対の例を提出している。かように傾船差は普通の自差と違つて、羅牌の運動性能に関連して現れるので、とかく羅牌性能の悪さと見誤られることが多いから、航海者の傾船差への関心を望みたいものである。とりわけ極地などでは、特別な注意を払うことが必要であると思う。

以上のように、羅牌の振れ回り――スワリが悪い原因は傾船差によるものではあるが、羅牌の制動を良くすることによつて、或程度少なくすることが可能であるから、ダンパーをつけて周期を長くする必要はあると思われる。1(2) で述べたようにダンパーの使用によつて感度を JES 型程度に抑えれば随伴角の懸念なしに、略無周期の羅牌性能が得られる筈であるから、今後はかようなものに改善したいと思つている。

(3) 緯度変化による自差の変動

今回の実験では、南氷洋に行く途中の数点において自差測定を行い、緯度の変化による自差の変動の状況を調べた。しかし、この問題は極地用磁気羅牌の実験そのものには、関連が少ないので、別の機会に取上げることとして、ここでは簡単にその結果だけを述べておく。

第6表は栄幸丸の異る緯度に於ける自差を分析した結果であつて、伏角は夫々 0°S, 50°S, 74°S, 79°S である。これによれば、B 及び C は緯度の変化（水平磁力の減少）に伴つて、かなり大きく増大している。D, E は緯度の変化に関係がない（厳密に云えば多少の変動はあり得る）性質のものであるにも拘らず、若干の変動を示しているけれども、この程度では測定の精度に左右される範囲のものであり、特に変動があつたとは云えない。

問題なのは A の変動である。これについては第1報でも指摘したが、A がこれ程大きく変動することは考えられず、海図の偏差に誤りがあるものと判断せざるを得ないのである。これは次項で述べることとして、ともかく、高緯度地方への航海に関する限り、内地での修正だけでは無理であり、B, C 及び傾船差は再修正を行わなければならないということは明らかになつた思う。

第 6 表　緯度変化による自差の変動（栄幸丸）

測定場所	方向	水平磁場	偏差	原基羅針儀					操舵羅針儀				
				A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
内地(相生)		0.30	6W	−0.5					−0.3	−4.5	0.1	0.0	−0.5
赤通附近	右	0.35	4.8E	0.8	−0.2	−0.8	0.2	−0.2					
南緯 25° 附近	右	0.32	10E	1.9	−1.5	2.8	0.3	−0.5	0.7	−4.6	2.7	−0.3	−0.1
〃　〃	左	〃	〃	0.6	−0.9	2.5	−0.5	−1.3	1.2	−4.4	3.3	−0.0	0.1
南氷洋　A	右	0.16	36E	15.8	−8.0	9.3	0.5	0.5	14.1	−18.0	5.9	−1.8	1.5
〃　〃	左	〃	〃	14.8	−7.3	11.0	0.5	0.0	14.0	−18.5	6.6	−1.5	1.3
南氷洋　B	右	0.13	〃	20.9	−8.0	12.0	2.3	0.3					
〃　〃	左	〃	〃	19.1	−8.3	12.6	0.3	−0.5					

註 1.　方向の欄の右、左は夫々右廻り、左廻りによる自差測定法を意味する。
　2.　すべてフリンダース桿を除いて測定した場合のものである。

（4）　極地の磁気偏差

随伴角の殆ど無い極地用磁気羅牌を用いれば、鉄船でも偏差の測定が可能であること、又実験結果からみ

第 7 表　偏差（海図）と推定偏差の比較

測定点	伏角	偏差	推定偏差	旋回方向	測定法	実験船
A	0	4.8E	5.6E	右	自	栄幸丸
〃	〃	〃	5.6E	右	旋	〃　〃
〃	〃	〃	5.9E	左	〃	〃　〃
B	50S	10E	11.9E	右	自	〃　〃
〃	〃	〃	10.6E	左	〃	〃　〃
〃	〃	〃	10.1E	右	旋	〃　〃
〃	〃	〃	10.4E	左	〃	〃　〃
C	74S	36E	51.8E	右	自	〃　〃
〃	〃	〃	50.9E	左	〃	〃　〃
D	99S	〃	56.9E	右	〃	〃　〃
〃	〃	〃	55.0E	左	〃	〃　〃
E	78S	38E	57.0E	右	旋	〃　〃
F	81S	40E	66.5E	右	〃	〃　〃
G	78S	35E	44.2E	右	〃	浅間丸
〃	〃	〃	39.6E	左	〃	〃　〃
H	82S	〃	50.1E	右	〃	〃　〃
〃	〃	〃	37.4E	左	〃	〃　〃
I	〃	〃	52.6E	右	〃	〃　〃
J	84S	30E	58.5E	右	〃	〃　〃
K	78S	34E	41.0E	右	〃	駿河丸
L	〃	33E	38.6E	左	〃	〃　〃
M	79S	35E	39.4E	左	〃	〃　〃

註　自……自差測定法による。　旋……旋回試験法による。

て従来の海図記入の偏差に疑問があることなどは、第1報で述べた通りであが、今回の実験でも南氷洋の偏差は前回と同様、かなり大きな相違を示す結果となつた。第7表は海図の偏差と実験による推定偏差とを比較したもので、推定偏差は各実験船の旋回試験と自差測定の結果より、A を求めて推定した。これで明らかなように、低緯度では両者がよく合つているにも拘らず、高緯度地方では殆どすべてが大きな偏れを示している。大体において磁気南極に近い位置即ち伏角の大きい位置ほど偏りが大きいが、この辺りの等偏差図はもともと精確なものではないし、推定偏差もまた自差の増大によつて、誤差が大きくなつているから、余り確定的なことはいえないにしても、±5° 以上の誤差があるとは考えられない。 例えば地磁気条件の余り変らない場合に於ける自差測定法（8 方位毎に定針して測定する）による自差と、旋回試験による自差との分析結果は略等しい。しかも随伴角は殆ど無いのであるし、かような A の変動は偏差に原因を求めるより外はない。但し同一地点での右旋回と左旋回との間には、多少の差があり、伏角が大きくなるほどその差も大きくなつている。これは旋回試験のみならず、自差測定法によつても現れているもので、どちらが正しいと断定することはできない。今の処は両者の A の平均値をもつて修正した偏差が、真に近いものと考えてよいであろう。

尚南氷洋の偏差について、日、英、米三国発行のものを比較すると、夫々皆異つた値を示している。これは南氷洋の偏差測定が充分に行われていない現在、止むを得ないことではあろうが、この事こそ偏差の不正確さを意味するものに外ならないと云えよう。今回の実験結果は日本版との差が最も大きく、英国版これに次ぎ米国版とは近似する場合がかなり多い。この事は直ちに実験値の正しさを証明するものではないが、大層興味のあることである。

以上述べてきたように、南氷洋の偏差には所によつてかなり大きな誤差がみられる。唯今回の実験程度では測定回数も少なく、測定値の精度も良いといえないから、今後の本格的測定に期待したいと思う。

(5) 経 年 変 化

製作後約1年を経た今日に至るまで、制動液の変色、混濁、漏洩等はなく、羅牌及び羅盆塗料（実験の意味でゼラチン系塗料と醋酸繊維素系塗料とを使用した）の変色、剝離などもなかつたが、唯一例、鉛白――ゼラチン塗料を使用した羅牌に、僅かな変色がみられた。この原因は不明であるが、今後もその状況を観察してシリコンによるものか、塗料自体によるものかを見極めるつもりである。

む す び

極地用磁気羅盆の第2次試作を行つて、種々実験の結果、概ね良好な成績を治め、極地での使用も充分可能であることが認められた。駿河丸からは「ヂヤイロコンパスなしでも南氷洋への航海が可能である」との報告に接している。以上の実験結果を総合すると大略次のようである。

（1） 船の動揺による羅牌の振れ回りが大きい。―― これは傾船差修正の不完全によつて生じたものであるが、羅牌の制動不足もその原因の一つであるから、今後はダンパーをつけて充分な制動を行いたい。ダンパーをつければ、従来のアルコール羅盆よりも振れ廻りを少くすることが可能である。

（2） 随伴角の懸念は全く無い。随伴角と見られる現象は自差が甚しく大きい場合に起るので、自差修正が良好であれば問題はない。

（3） 制動液としてのシリコン 0.65 C.S. は、現在までの処、 極めて安定が良く、着色、混濁などの現象は全くみられない。又羅牌や羅盆の塗料、パッキングなどの変色、変質もなく、低粘性制動液としては最も優れたものと云つてよい。

（4） 新型式の制動液膨脹室は満足な働きを示し、パッキング不良の1個を除いた他の3個は、いずれも完全である、赤道附近の高温時、極地の低温時でも気泡の発生を見なかつた。

（5） 高緯度による自差の変動は非常に大きく、 特に B, C に於て甚だしい。従つて内地出港時の修正

のみでは無理であり、現地での再修正が望ましい。

（6）　自差の変動のうちで、略不変であるべき A が、高緯度ではかなり大きく変動する。これは A の変動ではなく、分析に用いた海図の偏差の誤差と考えられる。従つて偏差に A を補正したものが、その位置の略正しい偏差を示すものと推定される。

（7）　極地用磁気羅牌を用いれば、鉄船による偏差測定が可能であるから、今後共機会をみての計測が望まれる。最近南極観測隊随伴船として、水産大学の海鷹丸が、極地へ航海することになり、これに今回試作の極地用磁気羅牌と同型のものを搭載して、詳細な実験を行う計画になつている。これによつて、偏差測定及び自差の緯度変動の正確な計測ができることになり、その成果に大きな期待を寄せているものである。

本実験には数多くの方々の熱心な御協力を頂いた。これらの協力がなかつたならば、実験の成果は得られなかつたであろう。実験及び製作に当られたのは

日本水産 K. K.	図南丸、栄幸丸、浅間丸
大洋漁業 K. K.	第三天洋丸
日本冷蔵 K. K.	駿河丸
布谷計器製作部	(製作担当)

に所属の方々であり、この外個人的には南極観測船宗谷の松本船長、日本水産 K. K. 宮田大氏、武田嘉七氏、吉富治図氏、鈴木嘉一郎氏、生駒丸山本船長、田中朝重氏、播磨造船山口春治氏など多数の方々の御協力を頂いた。又漁船研究室葉室技官と水産大学の鈴木裕氏には多くの御助力を頂いている。共に厚く感謝の意を表する次第である。

圧力計型水温計の試作研究

石井　謙治

Study on Pressure-Spring Thermometer

Kenji Ishii

ABSTRACT

At present, the pressure-spring thermometer equipped on the fishing boat is not so long in the life of accuracy the strength is not enough against the vibration of the fishing-boat and it is nothing but unreliable. Different from the past type, the latest pressure-spring thermometer designed at the Fishing-Boat Laboratory does not use the bourdon tube for the indicating head. And instead of using the bourdon tube, we found a way to make the indicating head of high stiffness by composing the bellows to spring. In consequence, the latest thermometer became to have good stability against the vibration of the fishing-boat. The frequency of the new thermometer is 500–1800 c.p.m., and there is no resonance. The vibration of index is less than 2 % of the indicating zone. After the vibration test, the latest thermometer does not become out of order in the accuracy. On the contrary, the former bourdon tube type was 1350 c.p.m. in frequency, and strong resonance occured. The maximum of vibration came up to 40 % of the indicating zone. In addition of the above-mentioned performance, the latest one is 0.2% (at inclination 45°) inclined error. That is far smaller in comparison with 1.3% of the former bourdon tube type. And moreover, the latest one has extremely little time lag by using capilary in valve. The time lag coefficient is no more than 1.6 second. The latest one is, thus, better than the former bourdon tube type in all points. By the practical experiment of long period, we are intending to ascertain the stabilization of the indicating zone.

項　　目

まえがき
1. 試作研究の要点
2. 試作水温計の構造概要
  (1) ベローズ型
    (a) 指示計部
    (b) 感温部及び導管
  (2) ブルドン管型
    (a) 指示計部
    (b) 感温部及び導管
3. 試験結果
  (1) 精度試験
  (2) 傾斜試験
  (3) 導管温度誤差試験
  (4) 指示の遅れ試験

(5) 振動試験
(a) 振動中の指針の安定性
(b) 振動試験前後の器差の比較
むすび

まえがき

漁業における水温測定の重要性については充分に認識されており、既に多数の水温計が実用に供せられている。それらの水温計の中でも、最も多く用いられているのは、電気式水温計であろう。これは電気式水温計が、殆どすべての漁業に適用できるという、優れた性質をもつ以上、当然なことではあるが、その反面電気計器の通有性としての、いくつかの弱点を有することもまた否定し得ないであろう。従つて遠隔測定——中層や深層などのような、電気式水温計にのみ可能な場合はともかくとして、隔測距離の小さい表層水温計などには、圧力計型水温計の方が有利な場合も少くない。

圧力計型水温計は、電池の補充とか計測に伴う操作などが、全く不要である上に、価格も比較的低廉であつて、表層魚を対象とする漁業には、大いに用いられよいものである。ところが従来から使用されているこの種の水温計には、精度に信頼性の無いものが多く、甚しいものに至つては、一航海で指度が狂つて了うというものさえあつて、使用者側からはきびしい批判の声がでている。

以上のような現状であつてみれば、圧力計型水温計の改良は重要なことになるので、昭和 31 年度の研究として採り上げ、第1次の試作を行つた結果が、一応満足すべき成績を治めたので報告することにした。

1. 試作研究の方針

従来の圧力計型水温計が、その精度を保ち得ない最大の原因は、指示計の構造が充分な耐振性を持つていないという点に尽きるようである。それというのも、機構的には陸上用温度計と殆ど変らない構造を持ち、漁船の激しい振動に対する考慮は全く払われていないかにみえるからである。従つて今回の研究の重点は、耐振性の向上を計ることにおかれた訳である。

一般に圧力計型温度計といつても種類が多く、原理的には蒸気圧式、気体膨脹式、液体膨脹式の三種に分けられるが、水温計としては前二者には欠点があつて、液体膨脹式が多いようである。液体膨脹式にしても、導管及び指示器の温度変化による誤差、いわゆる大気温度誤差を生じるという大きな欠点がある。しかしこれは適当な補償法によつて避けられるから、まず問題はない。

今回の試作に当つても、液体膨脹式を採用することにしたのであるが、まず耐振性の向上について考えてみることにしよう。

圧力計型温度計指示部の主体、即ち圧力一偏位変換部は、ブルドン管を用いるのが通例である。ところがブルドン管はその性質上、大きな剛性を持たすことが困難であるから、その固有振動数は低いものにならざるを得ない。従つて船の振動の範囲内での共振を起す可能性も生じる訳で、指針の激しい振れや精度の低下となつて現れてくる。これを防ぐためには、非常に高圧のブルドン管を使うか、ブルドン管に代る剛性の高い偏位圧力一偏位圧力変換機構を使つて、船体振数よりかなり高い固有振動数を持たせなければならない。

いわゆるベローズは、それ自体だけでは高い剛性を望めないが、適当なスプリングを組合せることによつて、極めて剛性の高いものが得られる。これによつて充分な耐振性を有する偏位圧力一偏位圧力変換機構を構成することができるが、他方不利な面もでてくる。それはブルドン管に較べて、偏位容量比（偏位に対する容量変化の比）が大きいことであつて、感温部の容量は著るしく増大——偏位のとり方によつて異るが、ブルドン管の 5～10 倍を必要とする。これは直接指示の遅れ（time lag）増加の原因となるが、感温部の

設計を熱伝導のよい形状にすれば、避けられることであるから、特に障害にはならないと思う。

以上述べてきた耐振性の向上の外に、大気温度誤差、傾斜誤差、time lag の減少などの器能向上に留意すれば、従来の水温計よりも、遥かに優れたものができる筈である。第1次の試作はかような基礎の上にたつて、試作を行うことにしたのであるが、目標とした具体的な諸元は次の通りである。

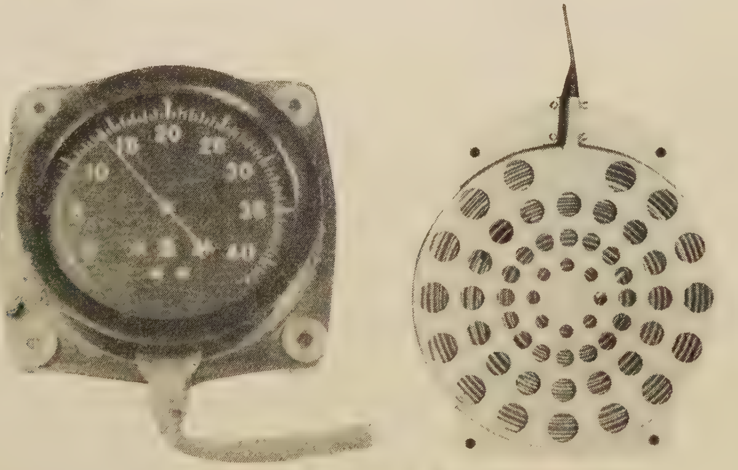
（1） 計測範囲　−2.5°C～42.5°C（最小目盛巾 0.5°C）
（2） 許容誤差　±0.3°C 以下
（3） 傾斜誤差　傾斜角 45°において、前後左右の4方向で ±0.3°C 以下
（4） 導管温度誤差　20°C を標準とし ±20°C の変化で ±0.2°C 以下
（5） time lag　時定数 3s 以下
（6） 耐振性(A)　振動数 300～1,800 c.p.m で共振を起さず、指針の振れは ±0.5°C 以下
（7） 耐振性(B)　全振巾 1 mm、振数数 1,000 c.p.m. の振動を連続1時間与え、試験前後の器差の差が、±0.2°C 以下
（8） 導管の長さ　10 m
（9） 指示器の直径　150 mm 程度

尚比較試験を行うために、ブルドン管を使用したものをも同時に製作したが、以下これを「ブルドン型」と呼び、ベローズ使用のものを「ベローズ型」と仮称することにする。

2.　試作水温計の構造

（1） ベローズ型

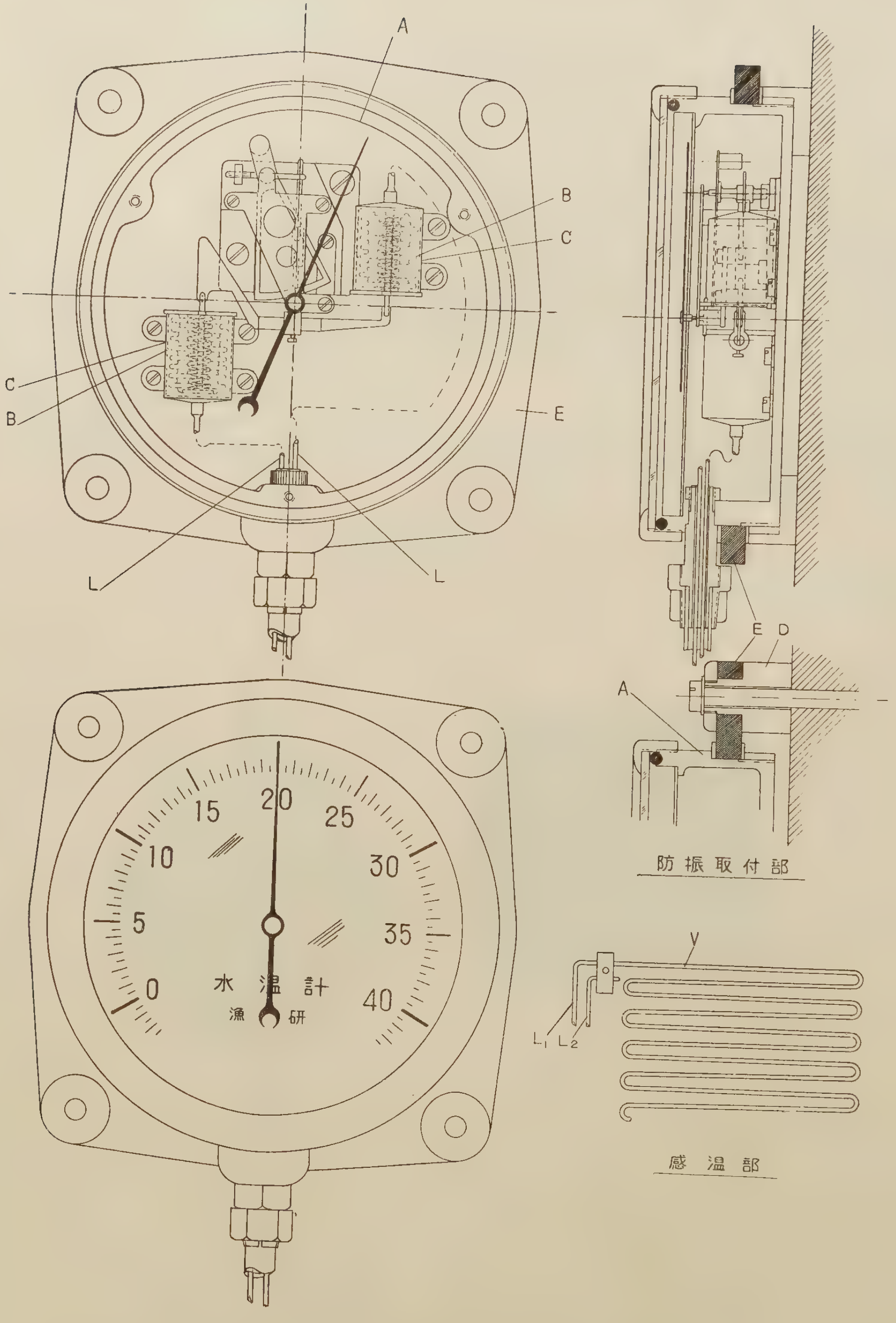
（a） 指示部



第1図　試作水温計の外観　（感温部は渦巻型）

第2図は本器の構造を示す一般図である。図について説明すれば、指示器差体Aの内部には、同型のベローズ B_1, B_2 があり、夫々ベローズ筒 C_1, C_2 の中にスプリングと共に組込まれている。C_1 と導管 L_1（長さ 10 m）感温部Vとが連結されて、温度を感じる系統を形成し、C_2 と導管 L_2（L_1 と同長）とが大気温度誤差を補正する系統を形成している。

今感温部に変化が無く、導管及びベローズに温度変化があつたと考えた場合、導管及びベローズ部分の封入液は、膨脹又は収縮を起して、B_1, B_2 両ベローズには同じ偏位を生じる。しかし両ベローズはリンクによつて、差動的に働くようになつているから、その偏位は指針回転機構に無関係であり、指針は全く回転しない。従つていわゆる大気温度誤差は完全に補正され、感温部の温度変化による偏位のみがピック



第2図　ベローズ型水温計の一般図

アップされる。そしてセクターとピニオンからなる拡大機構を通じて指針が回転されるのである。これが一般に複導管式といわれている、大気温度誤差補正装置である。

尚本器に使用したベローズの諸元は次の通りである。

材質	燐青銅
外径 (mm)	18.5
内径 (mm)	13.0
自由長 (mm)	21.0
有効面積 (cm^2)	1.90
山数	14
剛さ (kg/mm)	0.217

このベローズに組合せたスプリングは、剛さ 1.02 kg/mm のもので、ベローズのそれの5倍に近く、組合せ後の剛さは 1.24 kg/mm に達するので、ブルドン管とは比較にならない程大きい。

以上の外に耐振性えの考慮として、簡単な防振法を講じている。それは取付金物 D と計器筐 A との間を、合成ゴムのプレートEで支持するようにしたもので、外形寸度を余り大きくすることなく装置される点に特徴がある。

（b）感温部及び導管

ベローズはブルドン管に較べて、偏位容量比が大きく、感温部容量が増大して、time lag の増加を来たすことは既に述べた通りである。time lag の大きいことは、航走中にも使用する漁業用水温計としては致命的欠陥となるから、出来る限り小さいことが望ましい。本器ではベローズの偏位を温度差 40°C で 4 mm とおさえているから（拡大機構の倍率を余り大きくしない程度とした）その容量変化は 0.76 cc である。従つて感温部はこれだけの容量変化を与えなければならないから、封入液にキシロール（膨脹係数 $\fallingdotseq 1.0\times10^{-3}/°C$）を用いる場合 19 cc が必要となる。これは同じ条件に於けるブルドン管使用の場合のほぼ10倍に近い。

time lag は封入液の質量に比例し、感温部の表面積に反比例するから、単純な円筒型では容量が大きくなる程不利である。従つて直径を小さくして、長さで容量を補うより外はなく、毛細管型感温部を用いることが必要となつてくる。容量 19 cc に対し、毛細管の内径を 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mm とした場合の全長は、夫々 24.2, 10.75, 3.87, 2.69 m となるが、今回は time lag のより小さいことを目的としたので、外径 3 mm, 内径 1.5 mm, 長さ 10.75 m の銅管を使用した。

この全長約 11 m に及ぶ感温部は、長きに過ぎるようではあるが、船底に沿わせるか、第2図のようなフイラメント型か、写真のような渦巻型にすれば、問題はないと思う。

導管は長さ 10 m であるから、その内径が余り細いと time lag を大きくする原因となる。といつて太くすれば、容量の増加による温度誤差補正量の増加があつて好ましくない。実際には内径 0.5 mm の銅管を使用したが、この全容量は 1.26 cc であり、これと全く同じものを、温度誤差補正用として併行に配置し、一本の保護用蛇管で覆つている。

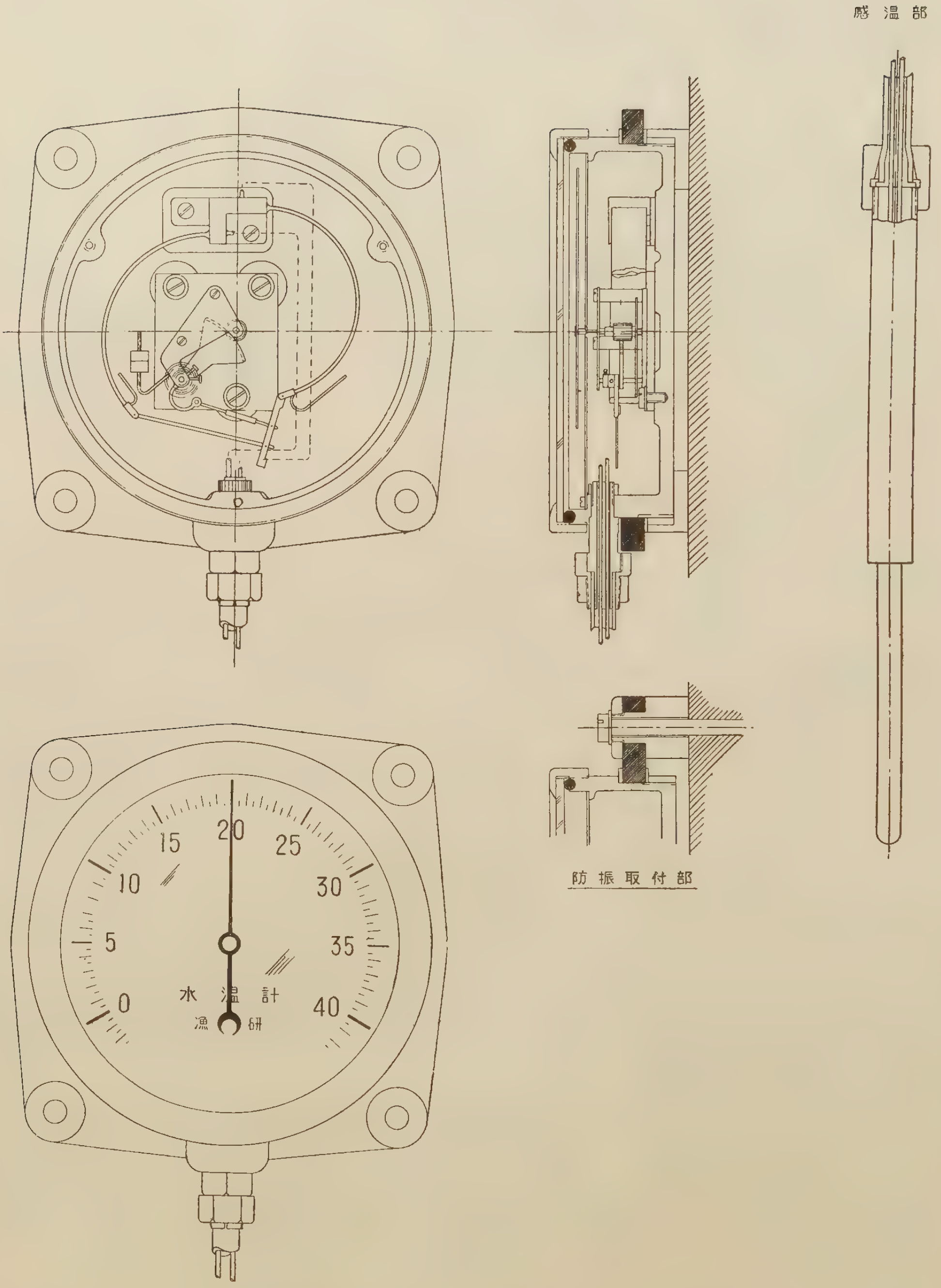
以上で構造の概略を説明したが、温度誤差補正に関する計算結果について簡単に触れておこう。

感温部、導管、ベローズの合計封入液量は 22.86 cc となるが、これを 0°C に於けるものと仮定し、これらの三部分がすべて 40°C になつた場合の変化容量を求めると、0.914 cc となる。これをベローズの偏位に換算すれば 4.8 mm になり、このうち 0.8 mm が温度誤差に相当する量である。これは全偏位の 16.7% であり、導管長の今以上の延長が可能であることを意味している。

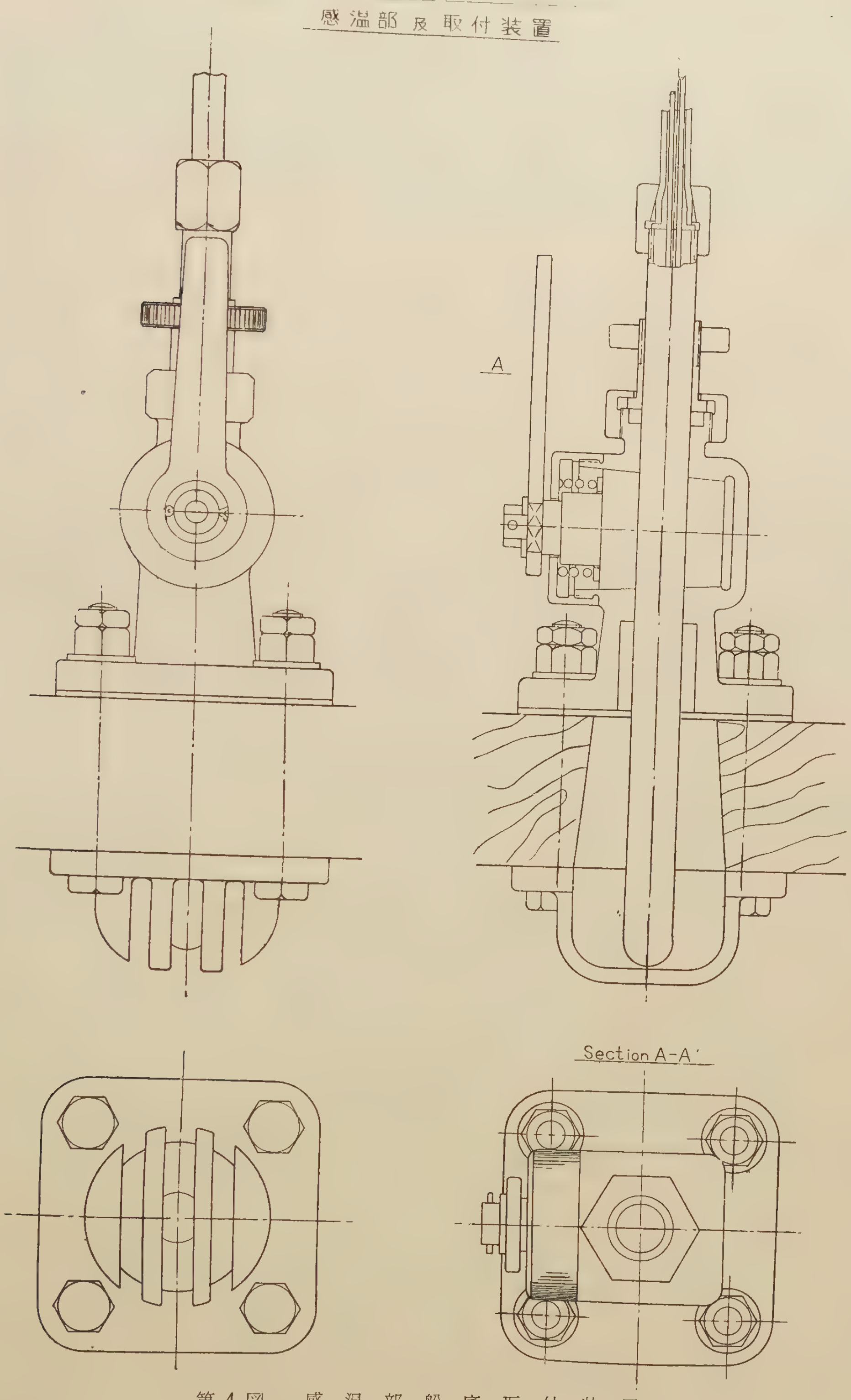
（2）ブルドン管型

（a）指示部

構造的にはベローズ型のベローズを、ブルドン管に取換えただけのものであるから、その詳細な点については第3図によつてみられたい。内部機構以外の外型寸度などはベローズ型と全く変りない。



第3図 ブルドン管型水温計の一般図



第4図　感温部船底取付装置

（b） 感温部及び導管

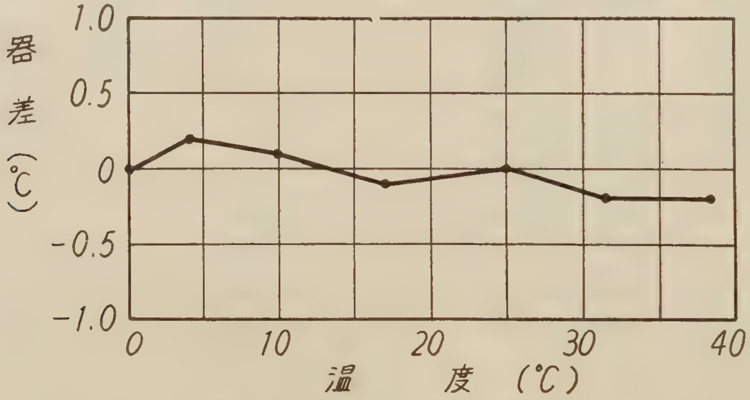
感温部はその容量が僅かに 2.2 cc であり、time lag 実験の意味もあつて、円筒型を採用した。外径 8 mm，内径 6 mm のもので、第4図の感温部の最先端がそれである。かような円筒型感温部を用いると、船底装備の場合でも簡単に取外しできるようにすることが可能である。第4図はその構造を示すもので、一種の耐圧性コックに他ならず、船を入渠しなくても随時感温部を取外せるのである。かような構造は従来の水温計のように、比較的短時日で指度の狂う怖れのあるものには、必ず考慮すべきことなのであるにも拘らず、未だ装備されたものはなかつた。この点などもまた使用者側に、不便を感じさせた大きな理由の一つである。

導管はベローズ型と同じ複導管式であることに変りはないが、唯本器の場合は感温部の容量が、僅かに 2.2 cc であるために、その長さを余り大きくとることができず、全容量を感温部の 30% 程度に抑えることにしたので、内径 0.5 mm の銅管を 6 m に短縮した。かような点でもブルドン管型は、ベローズ型より不利にならざるを得ないのである。

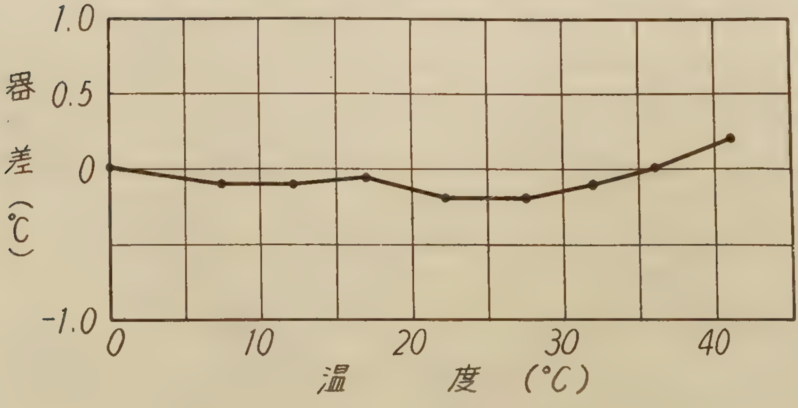
3. 試験結果

（1） 精度試験

調整後の器差を標準水銀温度計と比較しつつ求めたが、ベローズ型、ブルドン管型共、最大誤差0.2°C（全目盛範囲の 0.45%）で、一応目標の精度を得ている。第5図及び第6図に両者の精度試験の結果を示しておく。



第5図 ベローズ型の器差



第6図 ブルドン管型の器差

(2) 傾斜試験

指示計部の傾斜誤差は計器面の垂直位置を基準とし、これから前、後、左、右に各45°の傾斜を与えて測定した。その結果は第1表にみられる如く、ベローズ型が優れており、後傾斜の −0.2°C 以外はすべて 0.1°C (0.2%) しか生じていない。これは傾斜角 45° の場合であるから、実用的には全く無視し得るものである。ところがブルドン管型は左右傾斜で夫々 0.6°C, 0.8°C というかなり大きな誤差を生じている。これは内部機構全体の不平衡によるものであるとはいえ、ブルドン管自体の剛性不足が、その根本的原因であるのはいうまでもない。

第 1 表 傾斜誤差 (傾斜角 45°)

型式	傾斜誤差 (度)			
	左	右	前	後
ベローズ型	−0.1 (0.2)	−0.1 (0.2)	−0.1 (0.2)	−0.2 (0.5)
ブルドン管型	0.6 (1.3)	−0.8 (1.8)	−0.3 (0.7)	−0.3 (0.7)

註 ( ) 内は指示範囲に対する比率%

(3) 導管温度誤差試験

この試験は感温部の温度を一定に保ち、導管の温度のみを変化させて、誤差の有無を調べたものである。感温部の温度は 0°C, 20°C, 40°C の三点附近について、導管温度を変化し、導管温度 24°C に於ける指示を基準として誤差を求めた。この際指示計部の温度は 24°C 一定である。第2表はベローズ型の試験成績を示すもので、誤差は全く生ぜず極めて良好な結果である。

第 2 表 導管温度誤差試験 I (ベローズ型)

各部温度 (°C)			温度誤差 (導管温度 24°C を基準)
感温部	導管	指示部	
0.1	0.1	24.0	0.0
〃	40.0	〃	0.0
19.2	0.1	〃	0.0
〃	40.0	〃	0.0
30.0	0.1	〃	0.0
〃	40.0	〃	0.0

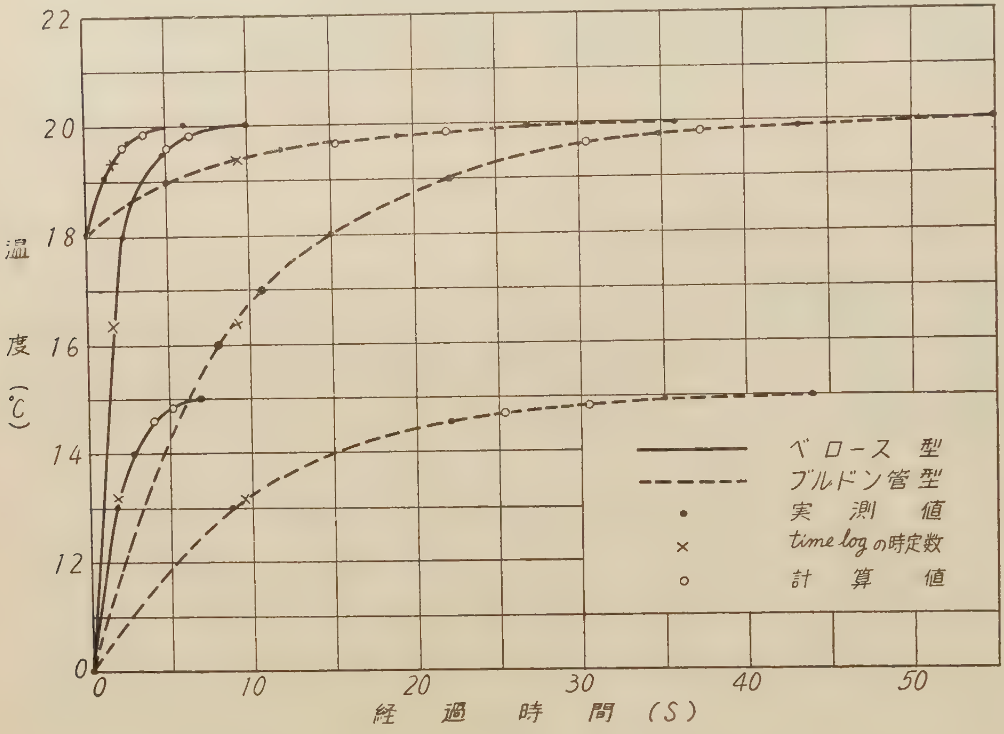
第 3 表 導管温度誤差試験 II (ブルドン管型)

各部温度 (°C)			温度誤差 (導管温度 24°C を基準)
感温部	導管	指示部	
0.0	0.0	24.0	0.1
〃	46.0	〃	0.1
20.6	0.0	〃	0.0
〃	46.0	〃	0.0
40.2	0.0	〃	0.0
〃	46.0	〃	0.2

ブルドン管型の成績は第3表に示す如く、僅かな誤差を生じいるが、この程度ならば、実用的には満足すべき成績といつてよい。いずれにしても、複導管式を用いてよく調整すれば、極めて良好な補正効果を挙げ得るということが判るのである。

（4）　指示の遅れ（time lag）試験

第7図は温度差 2°C, 5°C, 10°C の三つの場合に於ける指示の遅れを測定したもので温度差は急激（0.1 s 以内）に与えており、媒質（水）は一定の条件で攪拌を行つている。図で明らかなように、ベローズ型の time lag は、感温部容量の大きいにも拘らず、非常に少なく、毛細管型感温部の効果をよく示している。



第7図　指示の遅れの経過

これに反しブルドン管型は円筒型感温部のために、相当大きな time lag を生じている。しかしこれも毛細管型を用いれば、ベローズ型程度或はそれ以上になることはいうまでもない。

本器のような液体膨脹式の遅れの特性は、一階の微分方程式で表されるから、与えられた温度差に対し、その指示が $1/e$ になる時間で（遅れの時定数、time lag coefficient）を求めれば、遅れの状況は計算できる訳である。第7図からも時定数はベローズ型で 1.5 s 程度、ブルドン管型で 9.5 s 程度と求められるが、一層の正確を期するために、2°, 5°, 10°, 20°C の各場合について時定数の計測を行つた処、ベローズ型で 1.6±0.1 s、ブルドン管型で 9.5±0.2 s となつた。この時定数(τ)を用い、遅れの誤差は温度差の $e^{-\frac{t}{\tau}}$ に比例するとして、0.4°C, 0.2°C の場合につき、いくつかの温度差に対する遅れ時間 t を計算すれば、第4表のようになる。これによればベローズ型は、3°C 程度の温度差を約 4 s で略正確に捕えることができる筈であり、実用的にも充分な感度であるといえよう。厳密にいえば航行中の速度によつて、多少の変化はある訳であるが、この値より極端な相違を示すことはないと思う。

第4表　温度差と time lag の関係

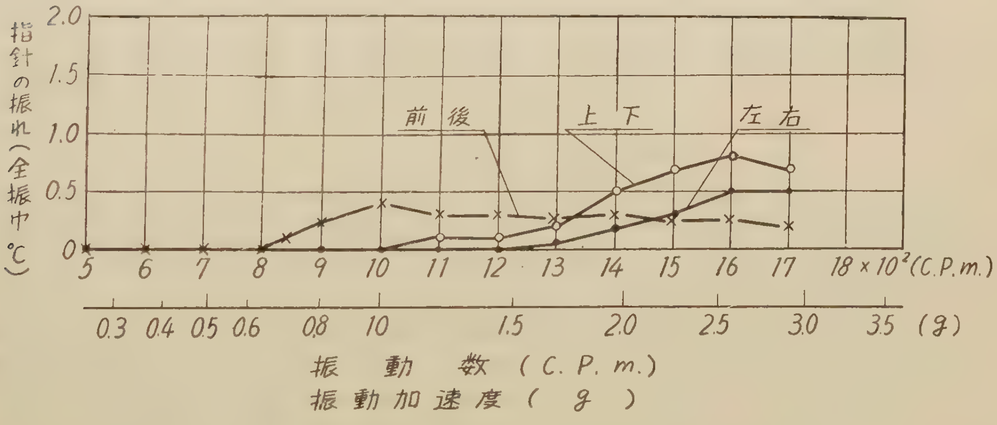
温度差 (°C)	time lag (s)			
	τ=1.6 s (ベローズ型)		τ=9.5 s (ブルドン管型)	
	0.4°C	0.2°C	0.4°C	0.2°C
1.0	1.47	2.58	9.2	15.3
2.0	2.58	3.68	15.3	21.9
3.0	3.24	4.02	19.2	23.8
5.0	4.05	5.12	24.0	30.4
10.0	5.12	6.27	30.4	37.3

又この計算値を第7図上にプロットすれば、実験結果と極めてよく一致していることが判る。かように液体膨脹式の **time lag** はその時定数さえ実測しておけば、遅れの状況は計算で求められるから便利である。

(5) 振　動　試　験

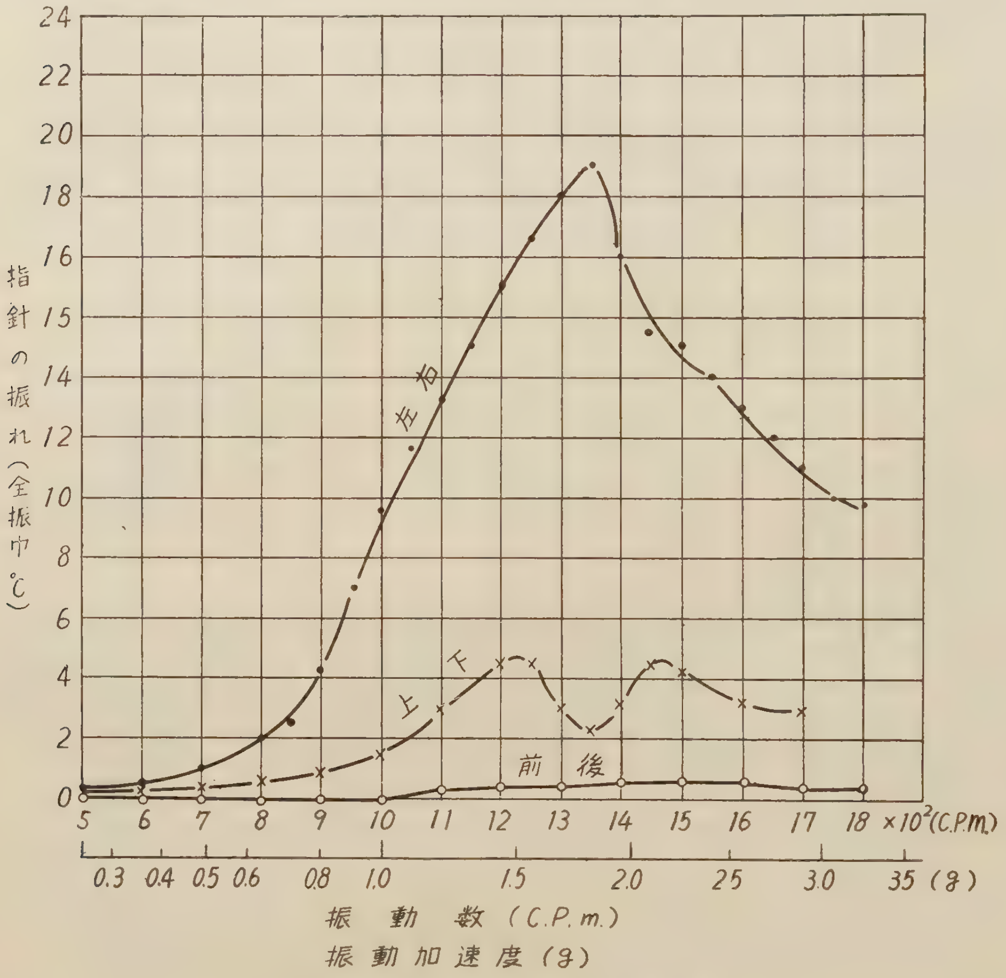
(a) 振動中の指針の安定性

振動試験は松平式振動試験を用いて行つたから、波形歪による不規則な影響は現われていない筈である。試験は振巾（全振巾）1.8 mm で 500～1,800 c.p.m の振動数を与えて、振針の振れ（全振巾）を計測した。ベローズ型の試験結果は第8図に示すように、振動方向の如何に拘らず大略同程度の振れで、共振現象は全くみられない。これは内部機構の固有振動数が、試験振動数以上にあることを示すものであり、ベローズによつて剛性を高めたことが、著るしい効果をあげていることを立証している。



第8図　ベローズ型の振動試験

これに対してブルドン管型は第9図のように、左右方向の場合に最も激しい振れを示し、1,350 c.p.m (22.5 c.p.s) では実に 21° (47%) 及ぶ著るしい共振現象を起している。これはブルドン管の剛性の最も低い方向にあたつている。ついで上下方向の振れが大きく、これには 1,230 c.p.m と 1,450 c.p.m 附近との二個所にピークがあり、左右方向の共振振動数 1,350 c.p.m に谷がでていて、興味ある現象を示している。又上下方向は僅かに 0.6°C の振れで、前二者に較べて頗る良好である。これはブルドン管の剛性が最も高い方向であるために外ならない。



第9図 ブルドン管型の振動試験

以上のようにベローズ型とブルドン管型との優劣は一見して明らかであり、圧力変換機構の剛性を高めたことが、如何に効果的であつたかが知れるのである。

次に振動加速度との関係をみてみよう。前記の振動試験条件を振動加速度(最大値)に換算すると、0.25～2.9 g に相当する。第8図及び第9図の横軸、振動数の下に記入してあるのがそれである。ベローズ型は左右 1.3 g, 上下1.0 g までは全く安定であり、唯前後のみがやや悪く 0.64 g から振れが始つている。

ブルドン管型では上下、左右共に 0.25 g で既に振れを起しており、0.5 g では実用上計測に困難な 1°C の振れとなつて、耐振性の不足を如実に現わしている。この事が精度保持の上にいかなる影響を及ぼすかは次に述べることにする。

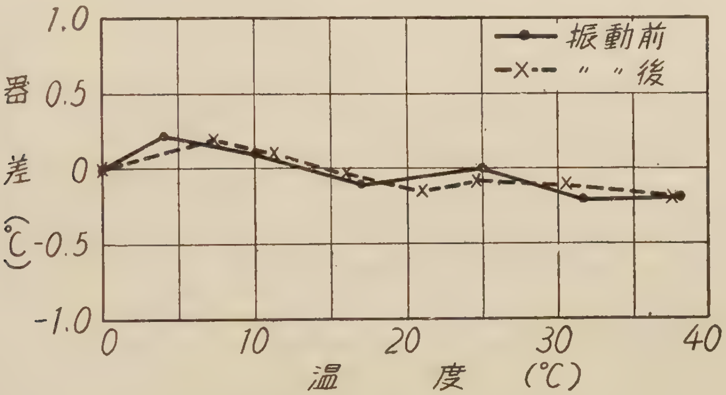
(b) 振動試験による精度の低下

上記の振動試験は、1時間にわたつて行つたものであるが、この試験前後の器差を比較すると第5表の如き結果となつた。ベローズ型は 0.1°C 程度で、略狂いを生じていないのに反し、ブルドン管型は 3°C 近い大きな狂いをみせている。ブルドン管型は試験中既に狂いを生じ始めており、24時間後に至つても回復せず、耐振性の欠如は甚しい。

第5表 振動試験前後の器差の比較

型式	器差の変動 (°C)		
	0°	15°	37°
ベローズ型	0.2	0.1	0.1
ブルドン管型	−1.7	−2.3	−2.9

尚ベローズ型について、一定の振動条件（全振巾 1 mm, 振動数 1,000 c.p.m）を連続1時間与えて前述と同様、器差の比較を行つたのが第10図であつて、殆ど狂いを生じていない。かようにベローズ型は、その目的とした耐振性の向上が充分果されており、今後は実船に装備して長期の実用試験を行うつもりでいる。



第10図 振動試験前後の器差の比較

むすび

今回試作した圧力計型水温計（ベローズ型）は、試作目標をすべて満足する好成績を示した。ベローズ型はブルドン管型に較べて格段の優秀性を示し、耐振性に関する限りブルドン管の使用は悲観的であるといわざるを得ない。もしもブルドン管を使用するとすれば、まづ第一に耐振性の向上に留意すべきであることを強調したい。

終りにのぞみ、本試作に終始熱心に御協力頂いた葉室技官並びに柳計器株式会社新発田新三郎氏に対し、厚く感謝の意を表する次第である。

定置網に入るブリ魚群の騒音について

橋本富寿　西村　実　間庭愛信

Noise of Yellowtail When It Comes into the Set Net
— Relation between the Noise and Amount of Catch —
— Relation between the Intensity of Noise and Weather —

Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura and Yoshinobu Maniwa

ABSTRACT

Sea noise is considered to be made by three causes, the first is the natural phenomenon such as the noise of sea waves or rainfall, the second is biological reasons such as the pipe of fish or its swimming sound, and the third is the artificial one like the sound by the vessel.

Among the study on sea noise, audio frequency is discussed widely and many publications are published, but in order to estimate the echo sounding or fish-finding ability of the echo-sounder, the ultrasonic part of these noises is most important for our studies.

We are now investigating mainly the sea noises of ultrasonic part at field but in this paper the audio part is also described. Here, we report the relation between the weather and the intensity of noise, noise of yellowtail and background noise of the sea obtained at Odawara, and also noise at coast and offshore obtained at Tokyo Bay.

As the characteristics of the measuring devices are already detailed in the report No. 9, we would like to limit here to describe only its outline as follows:

1) Freqency band: 0.5 to 5 kc, 5 to 10 kc and 10 to 20 kc.

2) Arrangement: Hydrophone, preamplifier, filter, power-amplifier and three-elements oscillograph drawn by ink.

3) Hydrophone is made by the oscillator of the nickel magnetostriction, and has almost flat responce for the frequency of 0.5 to 20 kc.

4) The total frequency characteristics of the amplifier is also flat for the frequency of 0.5 to 20 kc.

The results are as follows:

1) The intensity of sea noise at coast (3 m in depth) has been 1.1×10^{-12} W/cm^2 for the 0.5 to 5 kc band. On the other hand one offshore (100 m in depth) has been 0.05×10^{12} W/cm^2 to the same frequency band. As the datas for other two bands have the same tendency, we can conclude that sea noise at coast is greater than one offshore in this measurement. (examples are shown in Fig 5, page 73 for the depth of 3 m and in Fig 6 in the same page for the depth of 100 m.)

2) The fluctuation of sea noise during a full day measured off Odawara has been only 2.6 to 3.6 db for each band at fine and partially cloudy weather.

3) Sea noise are considerably influenced by the rain fall. The intensity of sea noise has been 3 to 6×10^{-14} W/cm^2 under fine and partially cloudy weather, but these values reach to 18×10^{-14} W/cm^2 when it rains heavily, and the increment of noise

has been consequently 5 to 8 db. (in Fig 8, page 75, abcissa indicates day and time, and ordinate the intensity of noise in W/cm^2)

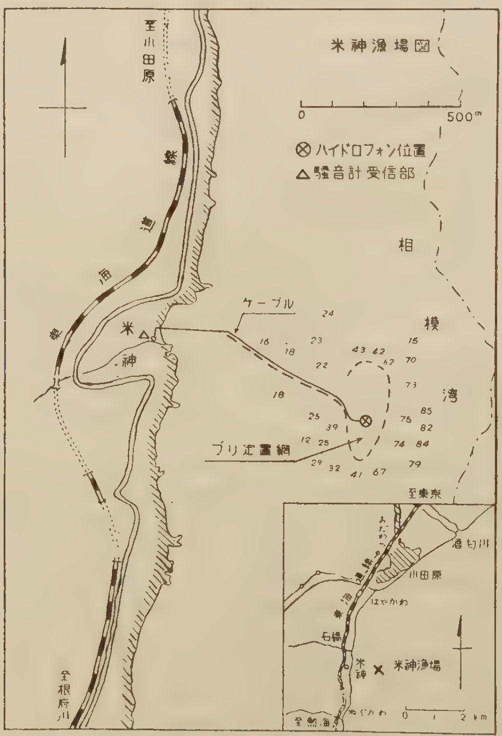
4) We have been able to measure the noise of yellowtail which enter into the set net (Fig 11, page 77) and its intensity has been $4\times10^{-13}\,W/cm^2$ for 0.5 to 5 kc band, $2.5\times10^{-13}\,W/cm^2$ for 5 to 10 kc band and $1.2\times10^{-13}\,W/cm^2$ for 10 to 20 kc band. The increment of the intensity of fish noise against the background noise of sea has been respectively 6 to 8 db, 1 to 6 db and 0.4 to 1.8 db. The catch of yellowtail has been proportioned to the number of the noise of yellowtail passing through the entrance of the net an hour, as far as this experiment has been concerned.

ま え が き

海中の騒音の原因を大別すると、波浪、降雨その他の自然現象に基くもの、魚の鳴音、游泳音等の生物の発する音[1)2)]及び船舶等の発する人工的の音源の3つが考えられている。これらの騒音中可聴周波帯域のものについては研究報告が発表されているが[3)] 魚群探知機の測深能力或は魚群探知能力[4)] を推定するためには騒音中超音波範囲のものが重要であり、筆者等は海上で実験的に検討を行つており、その一部は既に発表した通りである[5)]。本報告に於ては神奈川県小田原の定置網漁場で測定したブリ魚群の騒音と海中背影雑音の関係、天候と海中騒音の関係及び東京湾南部の海面で、沿岸と沖合の騒音の比較測定を行つた結果とを総括して報告する。

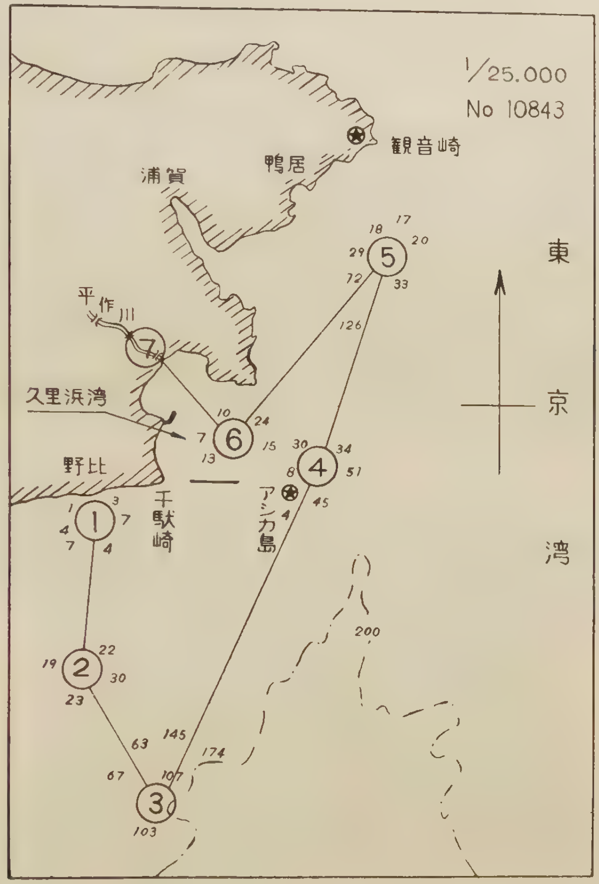
1. 実験実施海面並びに実験装置

測定は神奈川県小田原市米神沖のブリ定置漁場(第1図)で昭和 31 年5月 11 日より 17 日迄の1週間



第 1 図 小田原米神漁場の測定海面

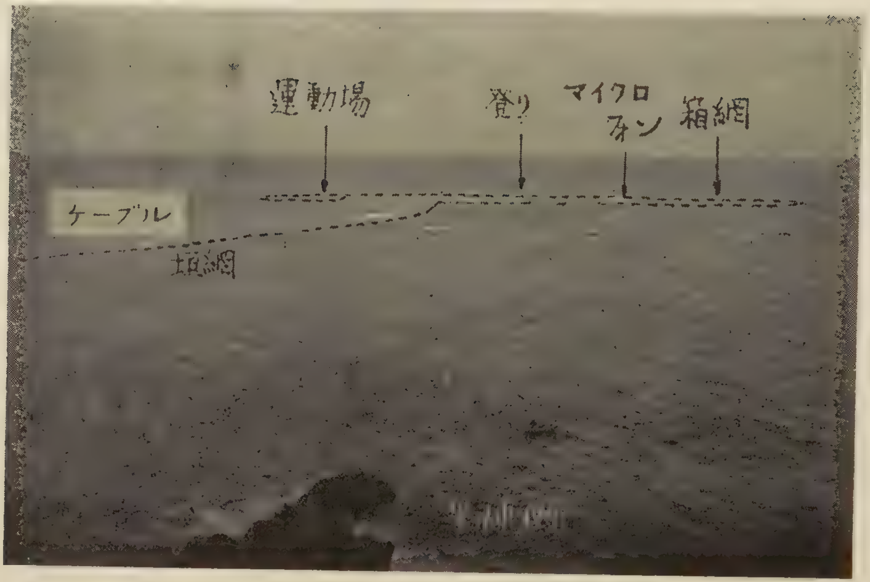
と、東京湾南部では久里浜湾、金田湾、浦賀水道及び久里浜湾に注ぐ平作川の7ヶ所（第2図）で同年8月8日（晴・海況0）に行つた。



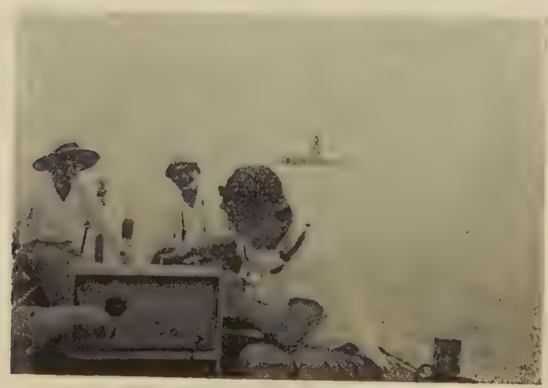
第 2 図　東京湾南部測定海面

測定に用いた騒音計は、ハイドロフォン、前置増幅器、濾波部、出力増幅部、音圧記録計、拡声器等で構成されている。各部の諸特性は前号で詳述してあるので[6]　ここにその概要のみを述べると、ハイドロフォンは直径 62 mm、長さ 135 mm の円壔形のニツケル磁歪振動子で、0.5～20 kc 迄の開放電圧特性は周波数に対し 10 db の範囲内でほぼ平坦な特性を有し、又増幅部の綜合周波数特性も同様に 0.5～20 kc の間で平坦である。音圧記録計は3要素のペンオシログラフで、0.5～5 kc（Aバンド）、5～10 kc（Bバンド）、10～20 kc（Cバンド）の3つの周波数帯について騒音音圧を記録出来る。

小田原の実験に於ては第1図で示した如くハイドロフォンは定置網の“登り”の中央水深 20 m の所に設置し、一方増巾部、記録計等は 850m 離れた陸上の漁業組合事務所に設けて、両者間を2芯シールドケーブルで接続し、昼夜にわたり連続記録をとり得る様にした（第3図）。一方東京湾に於ける実験では騒音計は小型漁船に装備して測定を行つた。（第4図）



第 4 図　定置網及びマイクロフォン設置状況（小田原米神）



第 4 図　東京湾における測定状況

2. 測定結果

1)　騒音強度の計算方法

本実験に於ける騒音の強度は次の如くにして求めてある。即ちハイドロフォン及び増巾部の諸特性より音圧記録計の感度を求めると次の通りである。

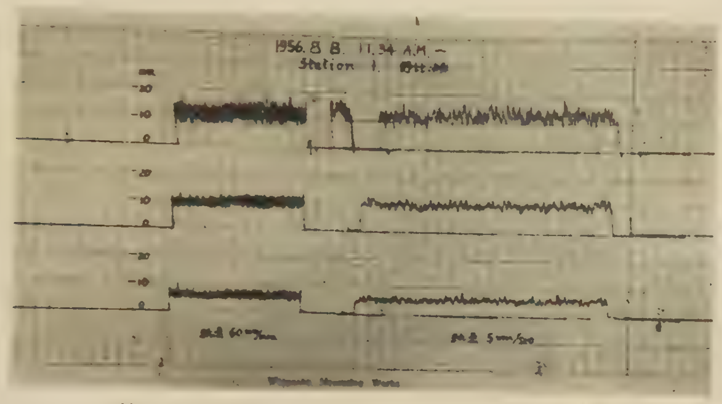
周波数帯	感度 k（μ br/mm）
0.5 ～ 5 kc	0.09
5 ～ 10 kc	0.14
10 ～ 20 kc	0.12

ここで、a を音圧記録計の振巾（mm）、ρc を海水の音響インピーダンスとすれば、騒音の強度 I は次式で表わされる。

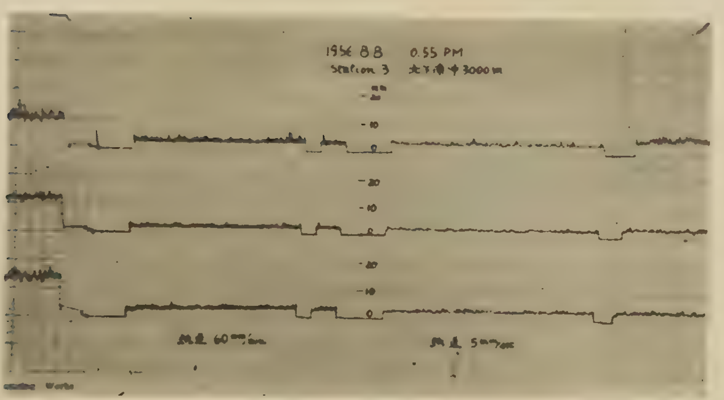
$$I = \frac{(ak)^2}{\rho c} \times 10^{-7} \ (\mathrm{W/cm^2})$$

2) 沿岸と沖合との騒音量

東京湾で騒音測定地点を沿岸及び 3,000 m 沖の沖合とし、第 1 表の如く各測定点での騒音強度を求めた。即ちAバンドを例にとると沿岸では 1.1×10^{-12} W/cm² であるに反し、3,000 m の沖合では 0.05×10^{-12} W/cm² で、沖合では騒音は可成り低くなっている。本実験を通じ各バンドとも沿岸での騒音強度は大きく、沖に行くに従って小さくなる傾向が認められる。第 5 図は距岸 50 m、水深 3 m、第 6 図は距岸 3,000 m、水深 100 m の所でとつた音圧記録計の記録で、両者の差が明瞭に認められる。

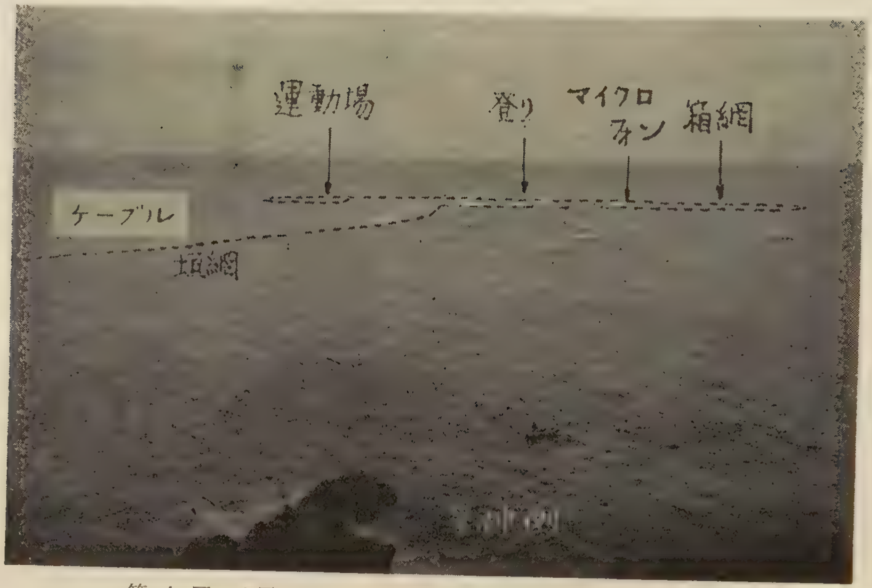


第 5 図 東京湾の水深 3 m の地点での騒音記録



第 6 図 東京湾の水深 100 m の地点での騒音記録

次に久里浜湾に注ぐ平作川 (川巾約 10 m、水深 1~2 m) での騒音強度は第 1 表に示した通りであるが、各バンドとも騒音強度は海面でのそれに比し可成小さい。



第 4 図　定置網及びマイクロフォン設置状況（小田原米神）

第 4 図　東京湾における測定状況

2. 測定結果

1)　騒音強度の計算方法

本実験に於ける騒音の強度は次の如くにして求めてある。即ちハイドロフォン及び増巾部の諸特性より音圧記録計の感度を求めると次の通りである。

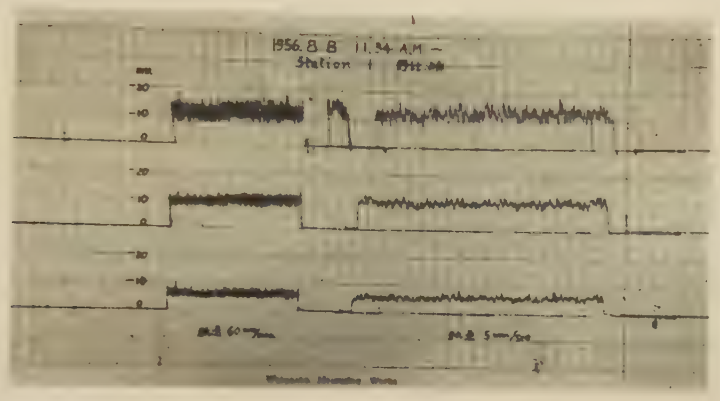
周波数帯	感度 k（μ br/mm）
0.5 ～ 5 kc	0.09
5 ～ 10 kc	0.14
10 ～ 20 kc	0.12

ここで、a を音圧記録計の振巾（mm）、ρc を海水の音響インピーダンとすれば、騒音の強度 I は次式で表わされる。

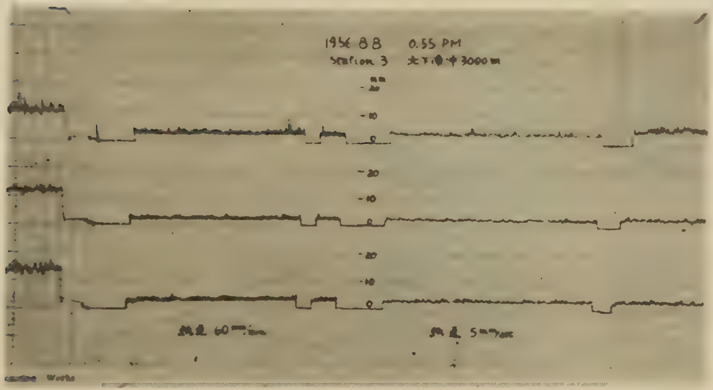
$$I = \frac{(ak)^2}{\rho c} \times 10^{-7} \ (W/cm^2)$$

2)　沿岸と沖合との騒音量

東京湾で騒音測定位置を沿岸及び 3,000 m 沖の沖合とし、第1表の如く各測定点での騒音強度を求めた。即ちAバンドを例にとると沿岸では 1.1×10^{-12} W/cm² であるに反し、3,000 m の沖合では 0.05×10^{-12} W/cm² で、沖合では騒音は可成少くなつている。本実験を通じ各バンドとも沿岸での騒音強度は大きく、沖に行くに従つて小さくなる傾向が認められる。第5図は距岸 50 m、水深 3 m、第6図は距岸 3,000 m、水深 100 m の所でとつたレベル記録計の記録で、両者の差が明瞭に認められる。



第 5 図　東京湾の水深 3 m の地点での騒音記録



第 6 図　東京湾の水深 100 m の地点での騒音記録

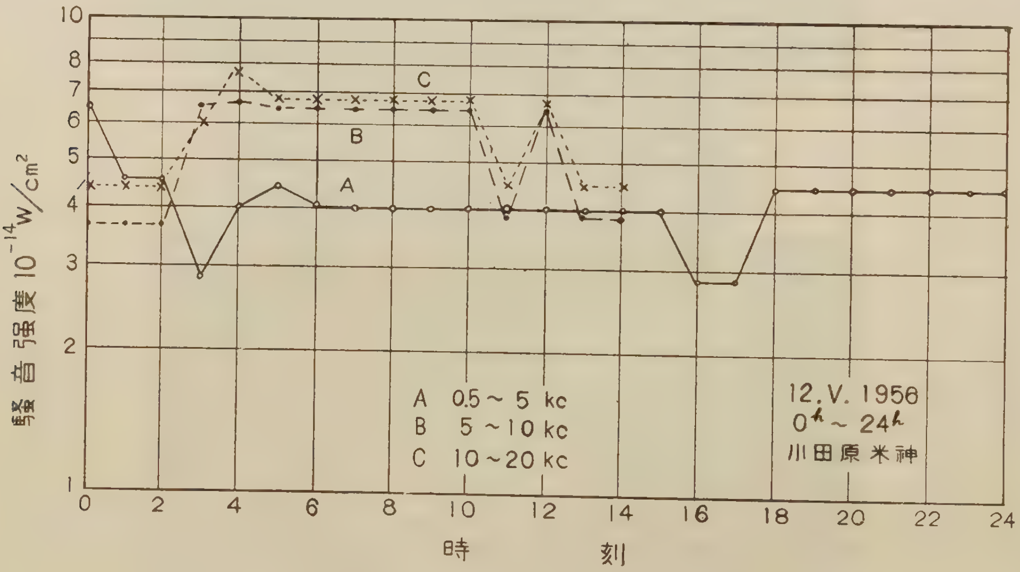
次に久里浜湾に注ぐ平作川 (川巾約 10 m、水深 1～2 m) での騒音強度は第1表に示した通りであるが、各バンドとも騒音強度は海面でのそれに比し可成小さい。

第 1 表　東京湾南部の騒音強度

測点	位　　置	騒　音　強　度　(10^{-12} W/cm²)				
		水深 (m)	0.5～5 kc	5～10 kc	10～20 kc	0～28 kc
1	野 比 沖　50m	3	1.1	1.6	0.3	8.2～14.1
2	下 浦 沖　1,000m	20	0.8	1.6	1.9	14　～21.6
3	〃　3,000m	100	0.05	0.1	0.08	0.7～ 1.7
4	アシカ島附近	5～20	2.1	3.2	3.5	55.4～66.4
5	鴨 居 沖　2,000m	35～25	0.7	1.7	2.4	11.2～17.3
6	久 里 浜 湾	10	1.5	1.7	1.7	5.6～ 6.8
7	平 作 川 下 流	1.5	0.03	0.01	0.01	1.3～ 2.2
8	1955年7月久里浜湾	10	1.5	1.7	1.4	以上沖電気測定
9	1956年5月小田原(晴)	50	0.04	0.03	0.04	

3)　騒音量の日周変化

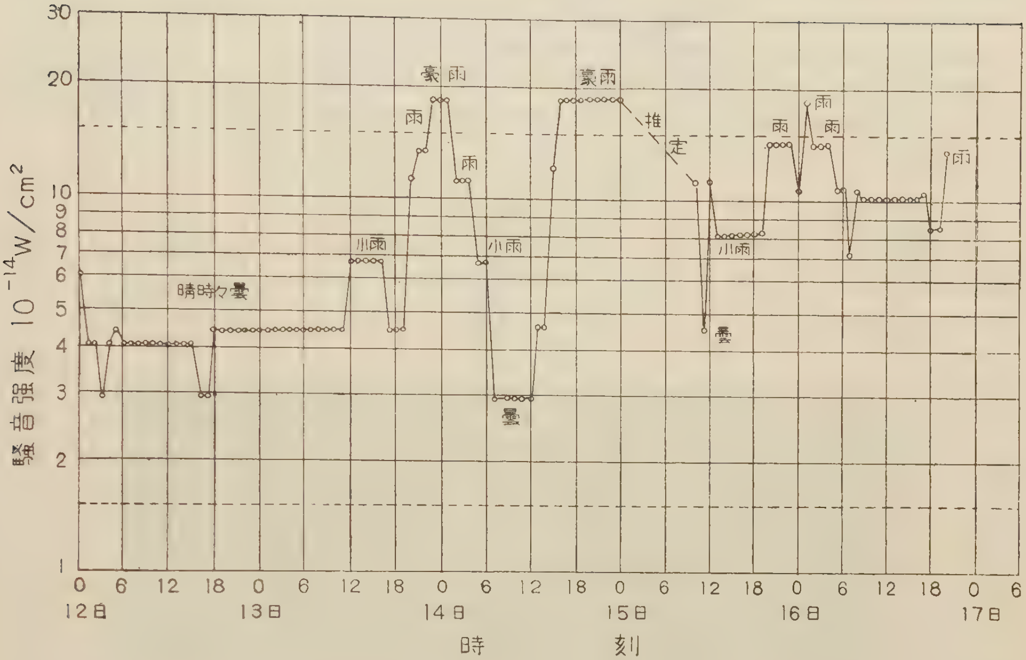
小田原の測定で5月 12 日（晴時々曇、海況1）の0時より 24 時迄の騒音量の変動を求めると第7図の如くになる。Aバンドでは騒音強度の最低は 2.8×10^{-14} W/cm²、最高は 6.4×10^{-14} W/cm² で、その変動量は 3.6 db、B、C の両バンドについては、途中事故のため 14 時間しか測定出来なかつたが、Aと同様に、最高と最低との変動量はBバンドでは 2.6 db、Cバンドでは 2.7 db であつた。



第 7 図　海中騒音の日周変化

4)　天候と騒音量との関係

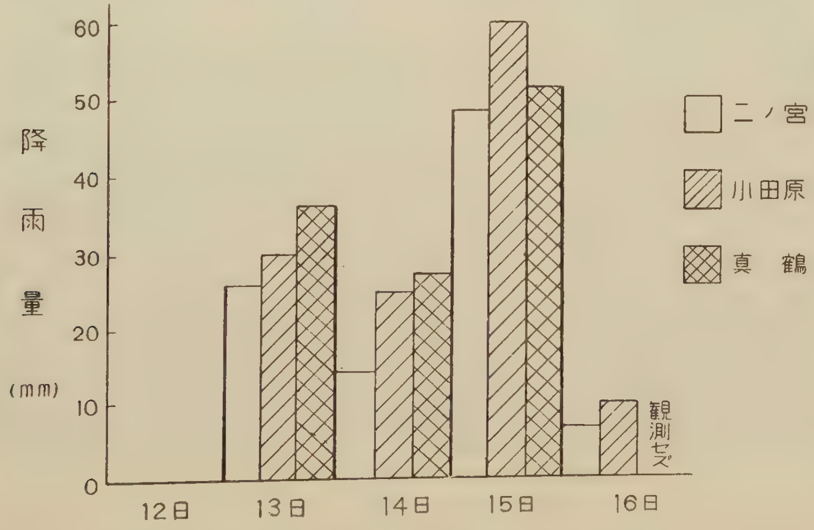
天候特に降雨によつて騒音量が変動すると考えられている。幸い5月 12 日より5月 16 日迄、小田原市米神沖の海中の騒音強度を測定中、降雨があつたので、前項と同様に降雨時の騒音量を図示すれば第8図の如くになる。本図に於て測定した周波数帯はAバンドのみで、測定期間中 12 日より 13 日昼までは、天



第 8 図 天候による騒音量の変化（小田原）

候は晴時々曇であつたが、12 日午後より小雨になり、14 日の夜半から 15日未明にかけては豪雨となり、更に 14 日午後から 15 日朝迄及び 15 日夕刻から 16 日夜半まで降雨が認められた。

第 8 図に於て 12 日の晴天の場合の騒音強度は $3\sim6\times10^{-14}$ W/cm² であるのに対し、14 日夜半の豪雨の際には 18×10^{-14} W/cm² に増加し、更に 15 日夜半の豪雨の際にも同程度の騒音量となつている。又



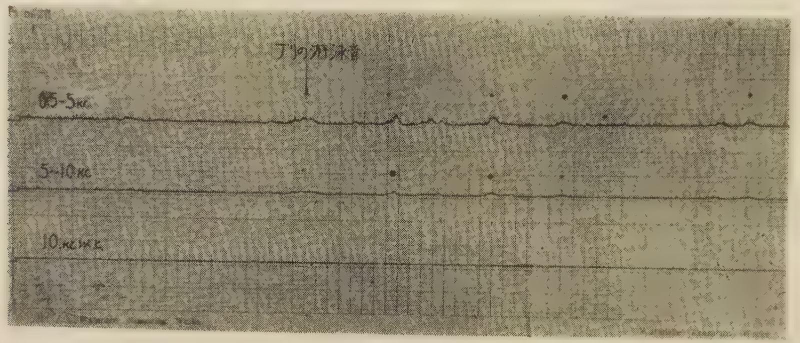
第 9 図 米神附近の日降雨量（横浜測候所の資料によるもので降雨量は当日のより 9 a.m. より翌日の 9 a.m. の観測値を示している）

小雨の場合には $6.5 \sim 8\times10^{-14}$ W/cm² 程度で、騒音量は今回の実験に於ては明かに降雨の影響をうけていると思われ、晴天の日に対する豪雨の場合の騒音量の増加は 5~8 db である。

尚参考のために測定期間中の降雨量を示せば第9図の如くである。測定海面での降雨量の観測は行われていないが、附近の小田原、真鶴及び二ノ宮での観測値より、大体の傾向が判明する。但し降雨量は午前9時より翌日の午前9時までの総雨量で示してある。

5) 魚群の発する騒音

小田原での測定では既に述べた如く、ハイドロフオンはブリ定置網の登りの中央に設置したが、この登りは魚群が袋網に入るための通路であるため、当然ブリ群がハイドロフオンの附近を通過する事が考えられる。魚群がこの登りを通過する際には第 10 図の如く音圧記録計上に 1~2 秒の継続時間で記録が現れ、そ

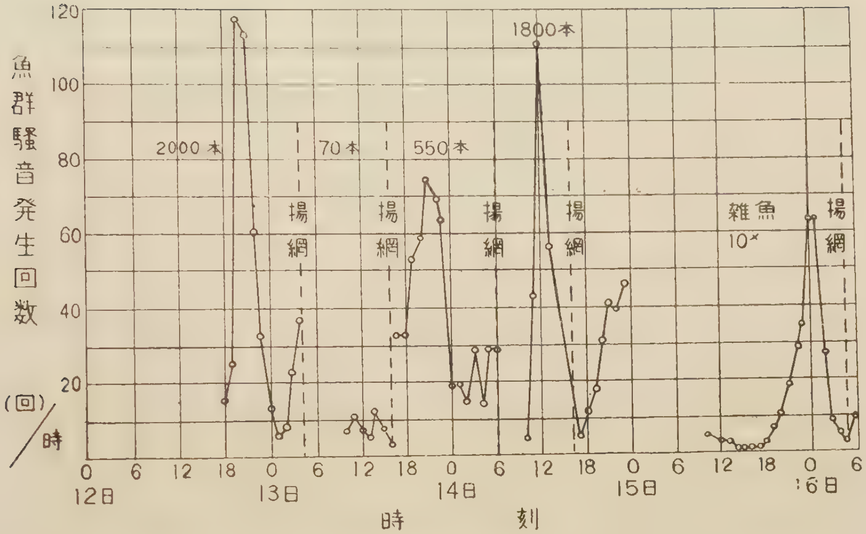


第 10 図 ブ リ の 游 泳 音

の最大の騒音強度はAバンドで 4×10^{-13} W/cm²、Bバンドで 2.5×10^{-13} W/cm²、Cバンドで 1.2×10^{-13} W/cm² で、その時の海中の背影雑音強度とのレベル差を求めれば第2表に示した如く、それぞれ 6~8 db、1~6 db 及び 0.4~1.8 db である。

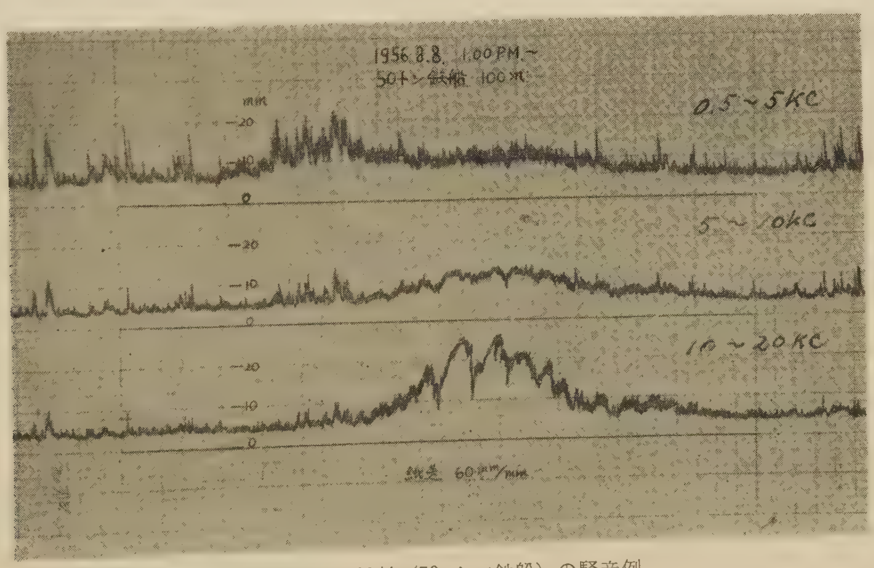
第 2 表 ブ リ の 騒 音 の 強 度

0.5 ~ 5 kc			5 ~ 10 kc			10 ~ 20 kc		
魚群の騒音 (A) W/cm²	海中の騒音 (B) W/cm²	$10\log_{10}\frac{A}{B}$ db	魚群の騒音 (A) W/cm²	海中の騒音 (B) W/cm²	$10\log_{10}\frac{A}{B}$ db	魚群の騒音 (A) W/cm²	海中の騒音 (B) W/cm²	$10\log_{10}\frac{A}{B}$ db
$\times10^{-14}$	$\times10^{-14}$		$\times10^{-14}$	$\times10^{-14}$		$\times10^{-14}$	$\times10^{-14}$	
28.0	4.4	8.1	8.8	2.8	5.0	8.8	6.0	1.7
28.0	4.4	8.1	8.8	2.8	5.0	8.8	6.0	1.7
28.0	4.4	8.1	16.0	6.0	4.3	8.8	6.0	1.7
18.4	4.4	6.2	8.8	6.0	1.7	8.8	6.0	1.7
18.4	4.4	6.2	25.2	6.0	6.2	8.8	8.0	0.4
40.0	4.4	9.6	25.2	6.0	6.2	12.0	8.0	1.8
18.4	3.6	7.1	25.2	6.0	6.2	12.0	8.0	1.8
28.0	4.4	8.1	25.2	6.0	6.2	12.0	8.0	1.8
24.0	4.4	7.4	25.2	6.0	6.2	12.0	8.0	1.8



第 11 図　魚群騒音発生回数と漁獲高との関係

この測定を行つていた間の、1時間当りの騒音発生回数と発生時刻との関係は第 12 図の如くで、ブリが定置に入網する時間的関係が判明する。更に同図中に一網* で漁獲されたブリの尾数が記入してあるが、この実験期間中のみについて考えれば、1時間当りの騒音発生回数と漁獲尾数はほぼ比例している傾向が見られる。



第 12 図　船舶（50 トン鉄船）の騒音例

* ブリ定置網では朝及び夕の2回揚網するのを常とする

6) 船舶の騒音

海中の騒音量はその測定点附近の船舶の有無によつて影響をうける。一般に船の騒音はその船型、船速、推進器の回転数等によつて異ると考えられている。本実験中に現われたデーターの 1、2 例を示すに、第 12 図は東京湾に於ける船舶の騒音の一例で海中の背影雑音量がAバンドで 0.05×10^{-12} W/cm² であるのに対し、船の騒音強度は 2.1×10^{-12} W/cm² になつている。船とマイクロフオンとの間の最短距離 100 m の時の海中騒音の増加量である。又Bバンドでは 10 db、Cバンドでは 16 db であつた。

3. 結論

1) 夏期の東京湾南部の海中の騒音強度は沿岸と沖合では異り、沖合に行くに従い騒音が少なかつた。沿岸での騒音強度が 0.5~5 kc 帯で 1.1×10^{-12} W/cm²、5~10 kc 帯で 1.6×10^{-12} W/cm²、10~20 kc 帯で 0.3×10^{-12} W/cm² であるに対し、沖合 3,000 m の地点ではそれぞれ、0.05×10^{-12}、0.1×10^{-12}、0.08×10^{-12} W/cm² である。しかし船舶の通過が多い東京湾では、船舶の発する騒音の影響により、海中の騒音量が変動する。

2) 騒音の日周変動は、小田原で晴天の日に行つた測定ではその変動量は各周波数帯について 2~4 db であつた。

3) 海中の騒音量は降雨の有無によつて変動し、小田原での 0.5~5 kc 帯に於ける実験例では、豪雨のときの騒音強度は、晴天若しくは曇天のときのそれに比べ 5~8 db 大きい。

4) ブリの定置網に入るときの騒音を測定する事が出来た。ブリ群の騒音の強度は、小田原のブリ漁場の背影雑音強度より 0.5~5 kc 帯で 6~8 db, 5~10 kc 帯で 1~6 db、10~20 kc 帯で 0.4~1.8 db レベルが高い。又入網したブリの尾数と怒りに於ける1時間当りの騒音発生回数とは比例する傾向が見られた。

むすび

本研究を行うに当り御協力いただいた相海漁業経営組合の山田又一氏、石黒平三氏他組合員諸氏に深甚なる謝意を表する。

文献

1) 檜山： 魚類実験生態論 昭 22. 7. 鳳文書林
2) 久山： 水路要報増巻号第 11 昭 28. 6. 30. 水路部
3) W. N. Kellog : Science, Vol. 117, No. 3036., Mar. 1953.
4) T. Hashimoto : Rep. of Fishing Boat Lab. No. 1 Dec. 1953.
5) 橋本・西村： 漁船研究技報 9. 昭 31 .9.
6) 橋本・西村・間庭： 電通学会超音波研究専門委員会 昭 31. 7.

24 kc と 200 kc 超音波による魚群探知の比較実験

橋本 富寿　間庭 愛信　西村 実

Experiment on Difference between 24 kc Fish-finder and 200 kc Fish-finder

Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura

ABSTRACT

We have already reported the characteristics of the high frequency ultrasound of 100 to 400 kc and have explained that high frequency ultrasound has many benefits to the field use.

This time we have made a new type fish-finder of 200 kc ultrasound. The features of this apparatus are as follows; in the recording system the herical type stylus as used in Faximale is adopted, the transmitting number of ultrasound is 900 per minute, the paper speed is 60 mm/min, the width of the recording paper is 210 mm and the beam angle of the transducer is ±5°.

In this paper we report the results which were obtained in detection of mid-layer fish and ground fish by operating he 24 kc fish-finker which is commonly used and the 200 kc fish-finder at the same time in field experiment.

By the 200 kc fish-finder, surface fish and mid-layer fish are separated individually and recorded cleary because of good reflection coefficient of the high frequency ultrasound. D.S.L. is also recorded cleary and ground fish is separated from the sea bottom. We conclude consequently that the resolving power is quite good even if it is taken into consideration that the recording paper is wide and its speed is high in comparison with the 24 kc finder.

まえがき

筆者らは、従来未開拓範囲の 100 kc から 400 kc までの超音波の実験を行つているが[1), 2)]、今般 200 kc を用いた魚群探知機を試作し、市販の 24 kc 魚群探知機と、中層魚、底魚などについてその魚群探知性能の比較実験を行つた。予期した如く、高周波域の方が反射が良好であり、伝播減衰が多少増加するのを補償し得ることなどの為に、底魚分解能等に於て 200 kc を用いたものの方が 24 kc のそれに比べて遙かに勝つていることが分つたので、それらについて述べる。

1. 実験に用いた試作 200 kc 魚群探知機

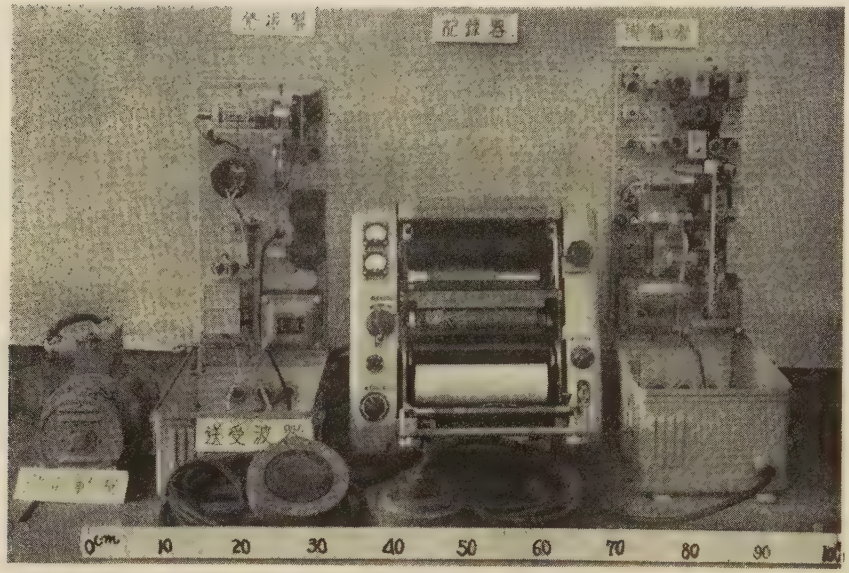
試作 200 kc 魚群探知機は第1図に示す様なものである。

送受波器は直径 100 mm のチタン酸バリウム円板で、音響輻射面は厚さ 5 mm の人造ゴムを使用し、容器内にはヒマシ油を充填した。その指向性は半減角で 3° である。

送信器は尖頭出力 320～480 W である。

受信器は2重スーパーヘテロダイン (200 kc—452 kc—12 kc) で最終の出力は直流に変換して記録器に加えている。その綜合電圧利得は 155 db である。

記録器は瞬間復帰方式で、記録幅は 180 mm，記録レインヂは 50 m と 300 m になつている。



第1図　試作 200 kc 魚群探知機

2. 実験結果

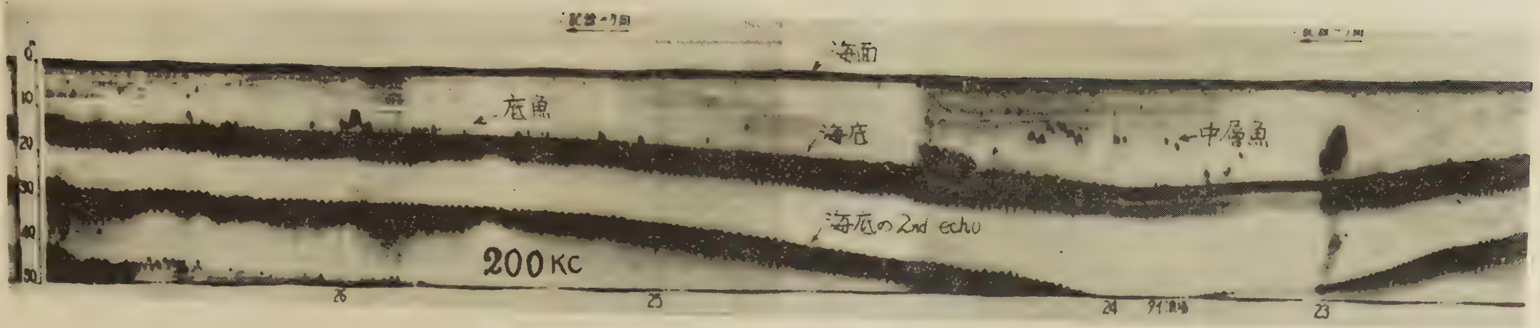
24 kc と 200 kc の魚群探知機の感度を規正する為に、両機の海底の第2反響を大体等しくして、魚群探知の比較実験を行つた。（勿論厳密には両者の超音波発射勢力を等しくしたことにはならないが、大体の傾向を比較するには充分である）その実験記録は第2図～第6図に示す通りである。但し第6図(b)は 50 kc によるものである。

（1） 底魚は第2図(a)，(b) を比較すれば分る様に、24 kc で記録されていないものが 200 kc では記録されている。又第2図(a)(200 kc) では海底から 20 cm 離れている魚群は海底と分離して記録されている[3)]。このことは第3図(a)，(b) でも説明するまでもなくよく分るであろう。

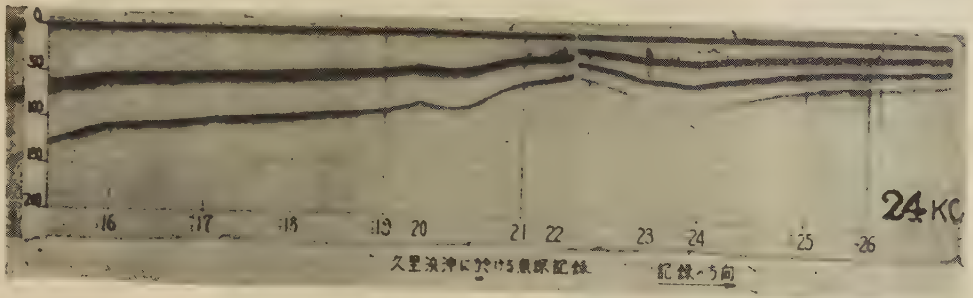
（2） 表層魚、中層魚は第4図(a)，(b) と (c) で分る様に、小群か個々の魚かは判明しないが、200 kc の方が細く分解して記録している。24 kc の方ではこれらは背影雑音と区別がつかない。又第4図(c) の番号2では感度を相当上げたにも拘らずよく出ない。これは 24 kc では 200 kc に比べて魚の反射能が悪い為に記録されないものと考えられる。

（3） DSL は第4図(b)，(c) に示す様に、(c) の 24 kc ではよく出ていないものが (b) の 200 kc では 20 m の深度に明瞭に記録されている。

（4） 中層魚及び根付魚を細く分解して記録した一例を示すと第5図の通りであり、また 200kc と 50kc の比較であるが、第6図(a)，(b) を比べてみると、50 kc では魚群を分解しないが、200 kc では細く分解して記録している。この様に魚群の微細構造を記録したのは本実験が始めてであると考える。

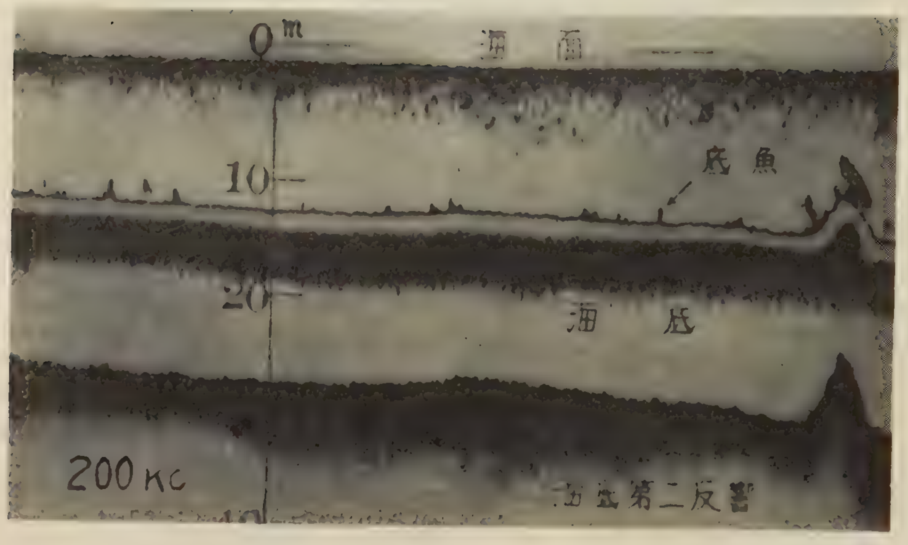


(a)　200 kc の記録

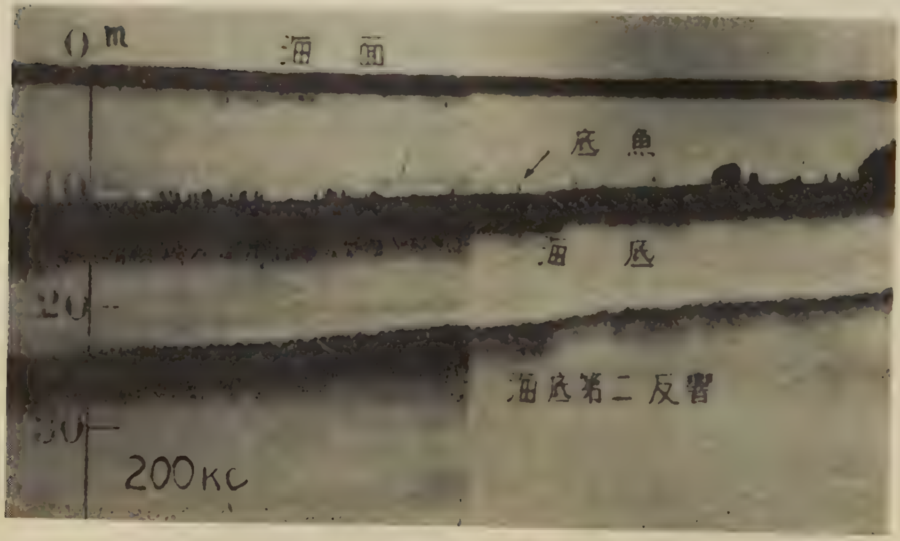


(b)　(a) に対応するの 24 kc の記録

第 2 図　(a), (b) の 23, 24, 25, 26 は夫々対応する

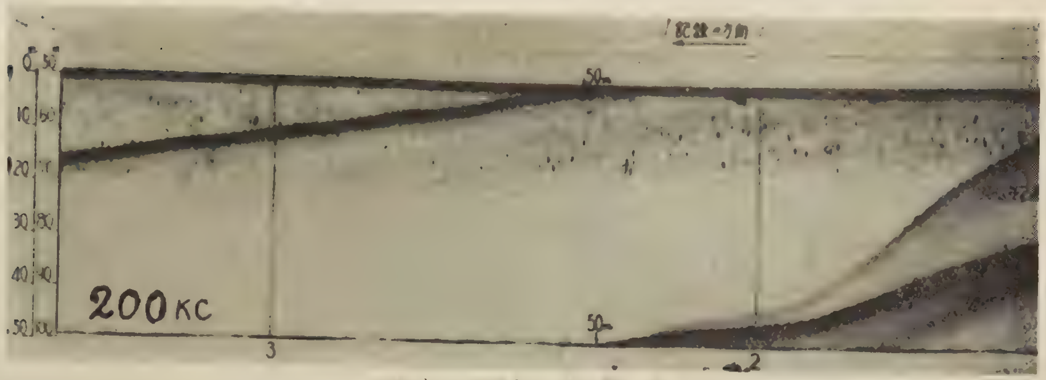


(a) 200 kc の記録（海底像を抑圧している）

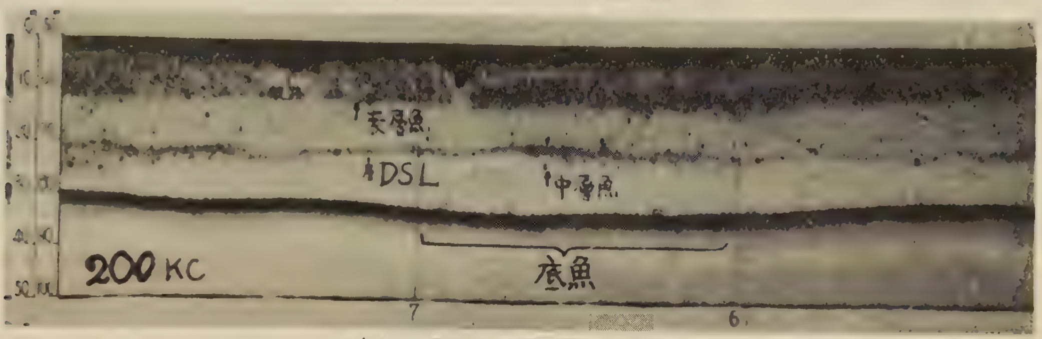


(b) 200 kc の記録

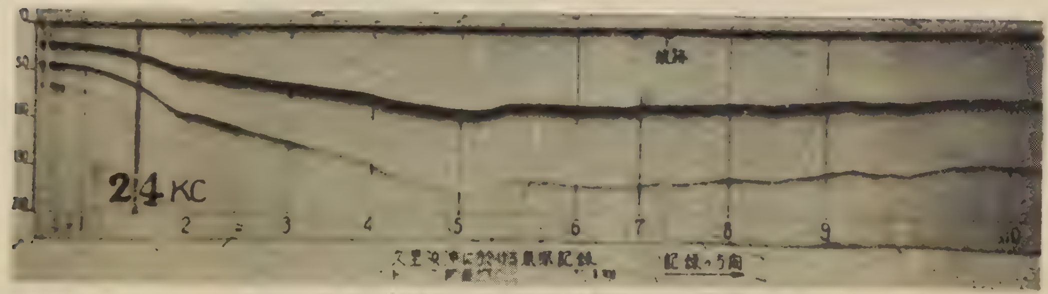
第 3 図



(a)　200 kc の記録

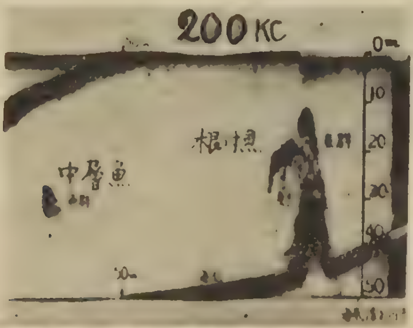


(b)　200 kc の記録

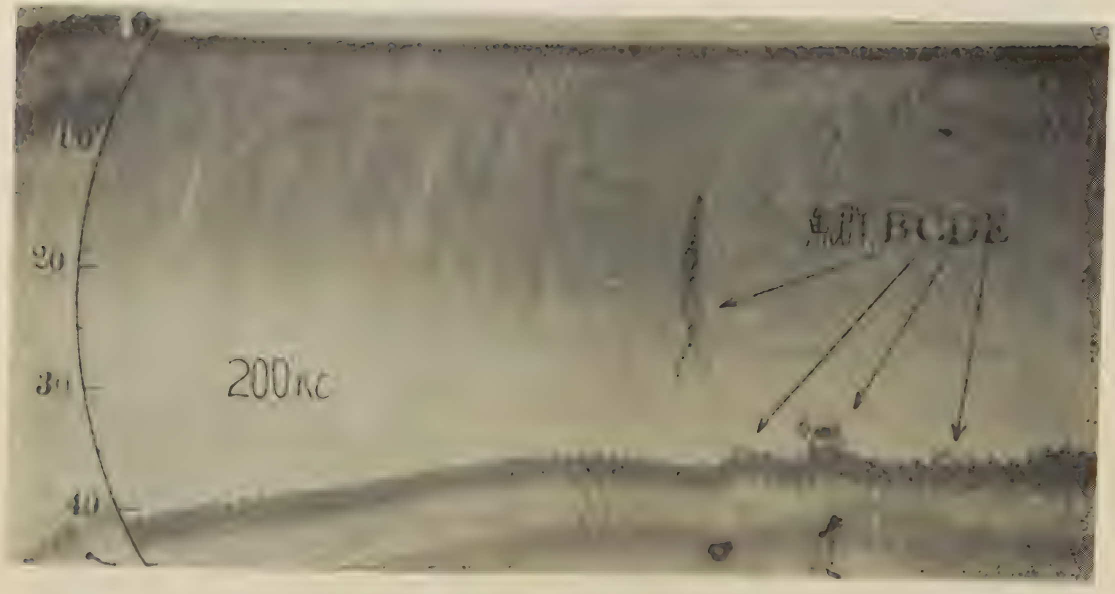


(c)　(a), (b) に対応する 24 kc の記録

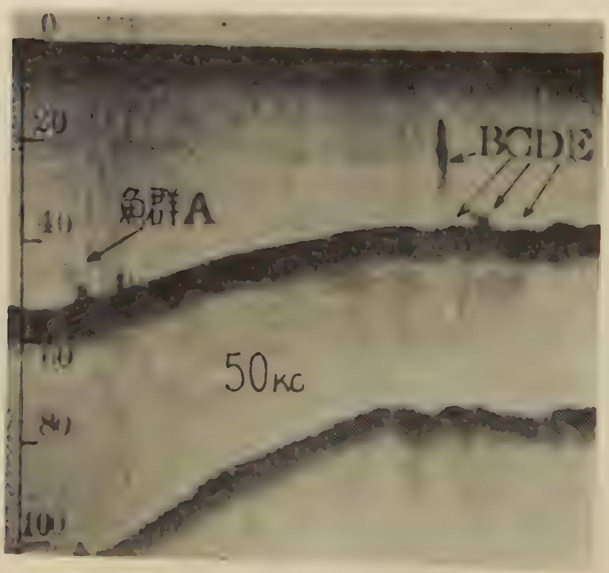
第 4 図　(a) の 2, 3, (b) の 6, 7 は夫々 (c) の同番号に対応する



第 5 図　根付魚、中層魚の 200 kc の記録



（a） 中層魚、底魚の 200 kc の記録



（b） （a）に対応する 50 kc の記録

第 6 図

む す び

以上は 200 kc 試作魚探機と 24 kc 市販魚探機の比較実験であつて、今後海上実験を重ねて見ないと結論は出ないが、200 kc 試作魚探機の方が底魚は勿論、表層魚、中層魚が個々に分解して記録され、且反射能がよい為に鮮明に記録され、また DSL も明瞭である。底魚では試作機の記録紙幅が広く、繰出速度が早くなつている為もあるが、これらを考慮に入れても、200 kc を用いた方が魚群と海底とを分離記録することが著しく勝つている。

文 献

1) 橋本、間庭、西村： 100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性、漁研技報第 8 号、昭和 31 年 3 月
2) 橋本、間庭： 波長が mm の程度となつた場合の魚体における反射損失に関する研究、漁研技報第 8 号、第 9 号、昭和 31 年 3 月、9 月
3) 橋本、間庭： 底魚用魚群探知機に関する技術的考察並びにその実験、漁研技報第 9 号、昭和 31 年 9 月

超音波の気泡層による減衰について

橋 本 富 寿　西 村　実

Effect of Bubble Layer on the Attenuation of Ultrasonic-Wave

Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura

ABSTRACT

It is our common experience that the echo of the sea bottom obtained by the echo-sounder of 10 to 50 kc disappears by the bubble layer which exists under the bottom of the vessel. Such phenomenon is caused by the attenuation of ultrasonic wave through the air bubbles of different radius contained in such a layer. However, the basic research on this problem is not yet studied.

We found unexpectedly at an experiment on the sea that the attenuation of 200 kc ultrasound by propeller race is smaller than that of 50 kc by operating both the 200 kc and 50 kc echo-sounders at one time.

In this paper, we report the results of the measurement of attenuation of ultrasonic wave by air bubbles obtained in an experimental tank. Frequencies of the ultrasonic wave are 28, 50, 100, 200 and 400 kc and the bubbles are generated artificially in the testing water tank as shown in Fig. 1 (page 88). The number of bubbles is on to four per cubic centimeter and the radius of bubbles are 0.1 to 1.5 mm.

The value of attenuation by bubbles are measured by the difference the reflected echo-margin of the wood end of the water tank between the case where the bubble layer exists, and the case where the bubble layer does not exist. The field experiment is also made to justify the result of the tank test by comparing the ultrasonic attenuation of the 50 kc echo-sounder with 200 kc echo-sounder.

The results are as follows:

1) When the radius of bubbles contained are 0.1 to 1.5 mm and the number of bubbles is one to four per cubic centimeter, the attenuation of ultrasonic waves by the bubble layer decreases according to the increase of frequency of ultrasonic waves as shown in Fig. 4 (page 89). For example, the attenuation of 400 kc ultrasonic wave is only 2.5 db but on the other hand the value in case of 28 kc, it is 19 db.

2) The result of field experiment shows that the bubble of 0.1 to 1.5 mm are also included in propeller race of vessel, and that the attenuation of 200 kc ultrasonic wave is smaller than of 50 kc. (Fig.　and Fig.　of page 6. The upper of the coupled photograph is of 200 kc and lower one is of 50 kc, and the marked number or alphabet correspond to the same number of the propeller races of the vassel.)

3) The use of high frequency ultrasonic wave to the echo-sounder is profitable if the characteristics of bubble layer under ship bottom is identical as the above mentioned case.

ま え が き

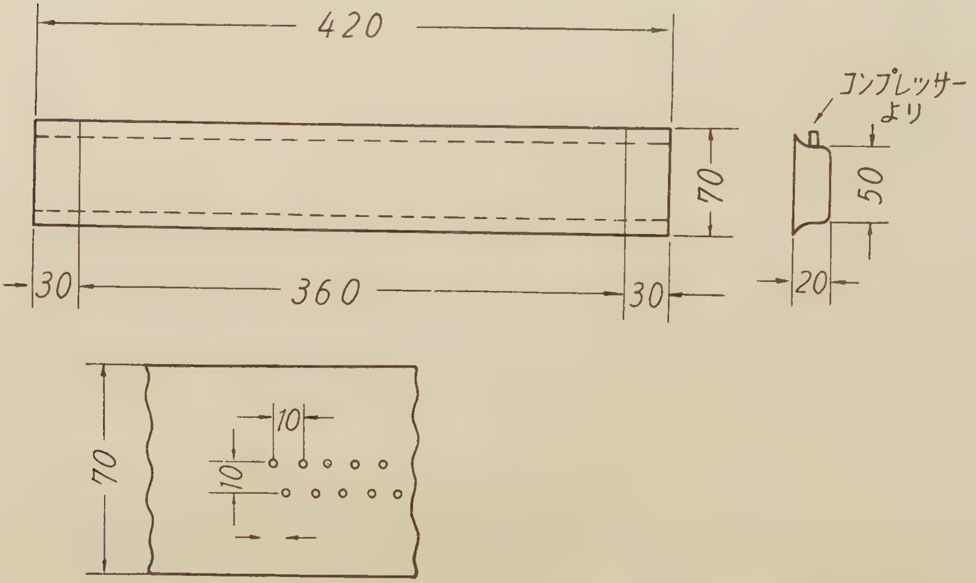
周波数が 10 乃至 50 kc の超音波を使用する魚群探知機の送受波器を船底装備した場合、航行することによつて船底に生ずる気泡層のため、超音波が減衰して海底記録が消滅することが判つている。この現象を解明することは超音波を応用する上に極めて重要なことである。これらの気泡層は径を異にする気泡の集群と考えているが、この様な気泡層による超音波の減衰については従来余り基礎的に解明されていない。筆者等

はたまたま海上実験中、50 kc 及 200 kc の魚群探知機を同時運転して船の航跡上を通過した際、200 kc の方が 50 kc に比し減衰が少い傾向が認められた。そこで実験水槽に於て 28, 50, 100, 200 及 400 kc の各周波数について、人工的に発生せしめた気泡層による超音波の減衰を調べた所、予期した如く 100, 400 kc 等の高周波帯域の超音波の減衰が少いことがわかつた。海上でこの結果を裏付けるため、種々の船舶の航跡中に含まれる気泡群による超音波の減衰を調べた所、50 kc に比し 200 kc 超音波の減衰が少いことを確めたので一応報告しておく。

1. 水槽実験

1) 実験装置及方法

1)—1. 気泡発生装置

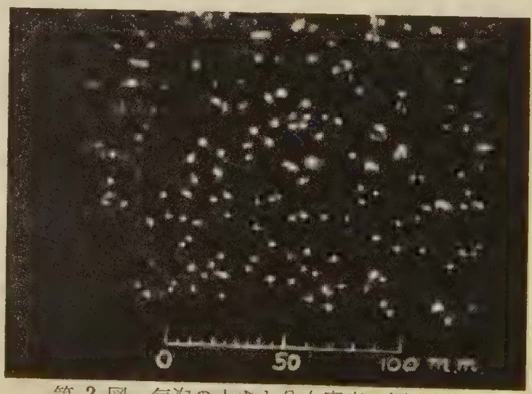


第 1 図 気泡発生器

気泡発生装置は第 1 図の如く、ブリキ板製の長さ 42 cm、巾 7 cm、高さ 2 cm のもので、気泡は 36 cm の長さにわたり 2 列に 72 ケ等間隔に開けられ、気泡の径は約 0.5 mm である。此の発生器を第 3 図の如く、長さ 24.5 m、断面 50×50 cm の木製水槽の中央部に置き、空気圧縮機で空気を送り込み水中で気泡を発生させるようにしたものである。

1)—2. 気泡群の大さ及密度

発生した気泡の大さは第 2 図の写真判定及気泡の上昇速度から求めると半径 0.1mm 乃至 1.5mm である。測定困難のため大きさの分布は正確には

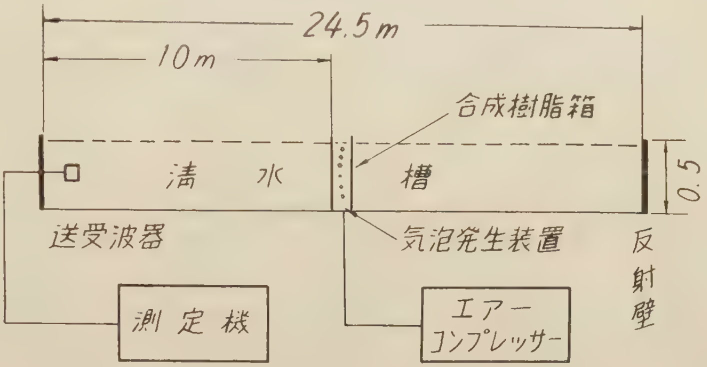


第 2 図 気泡の大さと分布密度の測定写真

求め得なかつたが、観察の結果では 1~1.5 mm、0.5~1 mm 及 0.1~0.5 mm の気泡の数の比は 5:3:2 程度であつた。気泡群の厚さは約 3 cm で気泡密度は 1~4ケ/cm² 程度であつた。

1)—3. 測定方法

第3図の如く超音波送受波用の振動子を水槽左端に置き、夫々 28, 50, 100, 200 及 400 kc の超音波を発生させた。気泡が存在しない場合と、存在する場合との水槽右端木壁の反響余裕値をそれぞれマージンテスト法で求め、両測定値の差より気泡群による超音波の吸収減衰量を測定した。

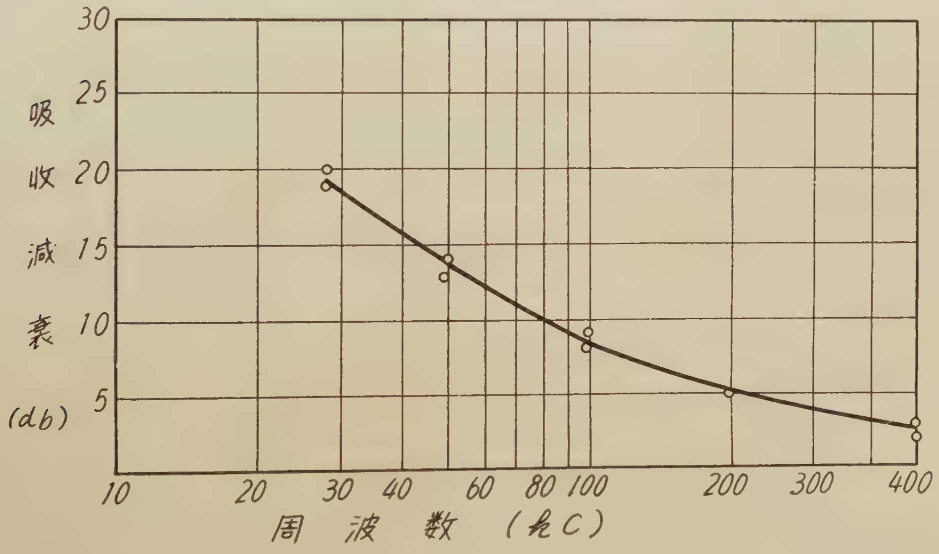


第3図　測定装置

2) 測定結果

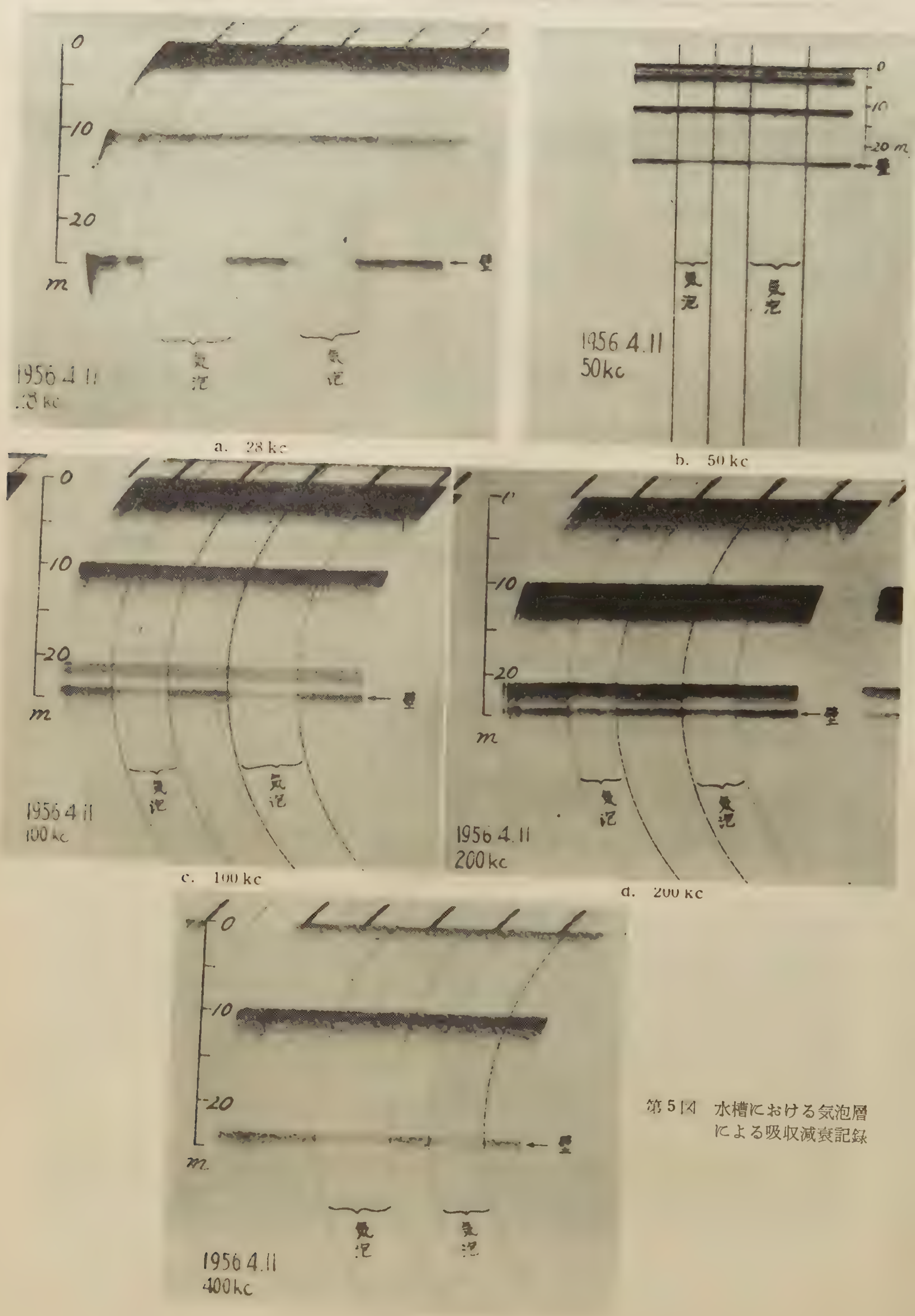
2)—1. 超音波の周波数と吸収減衰との関係

気泡群による超音波の吸収減衰量を縦軸にとり、横軸に周波数をとつて測定値をプロットすれば第4図の結果を得ることが出来る。これによれば周波数の増加とともに吸収減衰量は減少し、28 kc で 19 db であるものが、400 kc では 2.5 db で、その差は 16.5 db に達する。即ち本実験で発生させた程度の気泡群では周波数の増加とともに気泡群による減衰が少くなる。



第4図　周波数と吸収減衰との関係

* 測定機としては 28, 100, 200 及 400 kc を送受しうる試作装置と、50 kc の漁研5型魚群探知機を用いた。



a. 28 kc
b. 50 kc
c. 100 kc
d. 200 kc
e. 400 kc

第5図 水槽における気泡層による吸収減衰記録

3) 測 定 記 録

第5図 a, b, c, d, e はそれぞれ 28, 50, 100, 200 及 400 kc について得た水槽での気泡の有無による水壁の反射記録で、各写真中気泡と記入した部分は、空気圧縮機で気泡を発生させた部分である。マーク線をいれた所は空気圧縮機の電動機を駆動開始或は停止させた時間を示すもので、気泡が発生し減衰が起る迄と、気泡が消滅し、減衰が終るまで数秒を要している。

2. 海 上 実 験

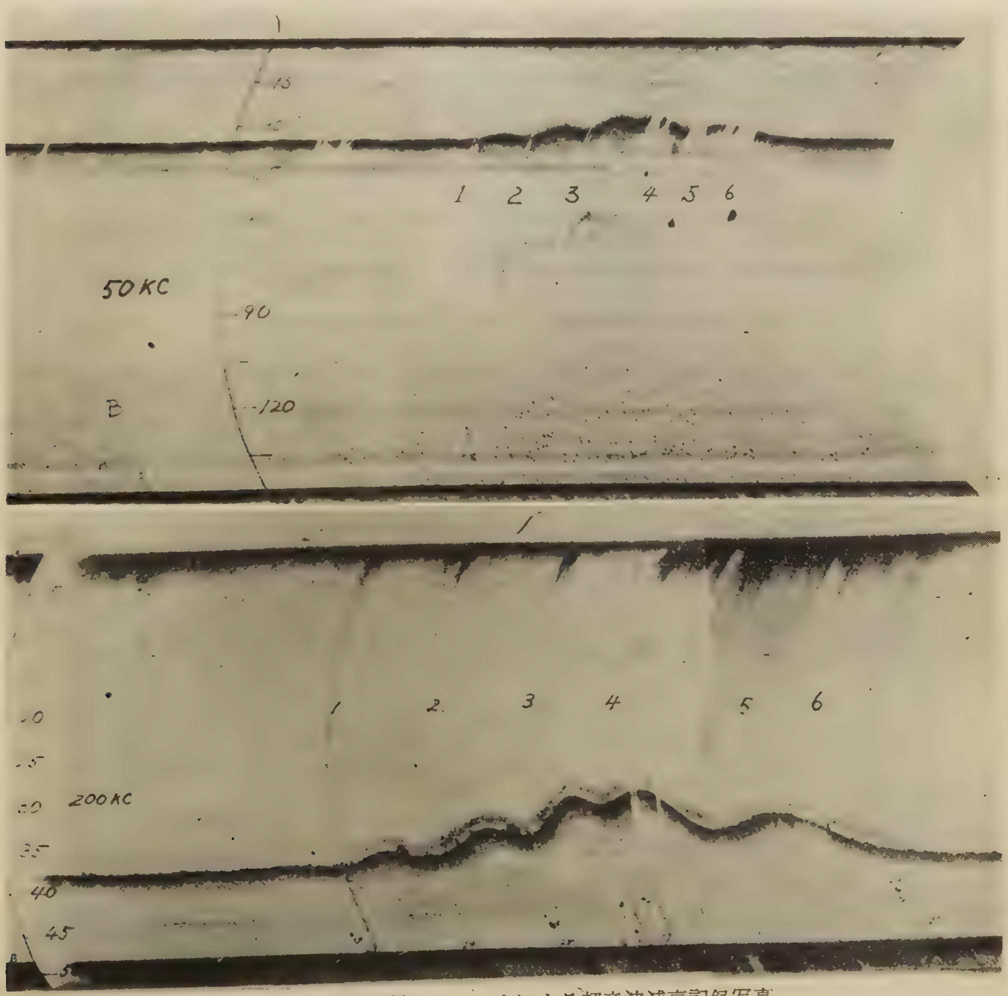
水槽実験の結果を一応海面で裏付るため、水槽実験で発生させたと同様な気泡が含まれていると考えられる船の航跡によつて、50 及 200 kc 魚群探知機の減衰を測定した。

1) 小型漁船の場合

50 kc 及 200 kc の魚群探知機の送受波器を小型動力船（3 トン、デイーゼル 10 HP、回転数 200 r.p.m.）の同一舷側にとりつけ、この船のつくる航跡上を送受波器が通過した場合それぞれの魚群探知機で海底記録

a

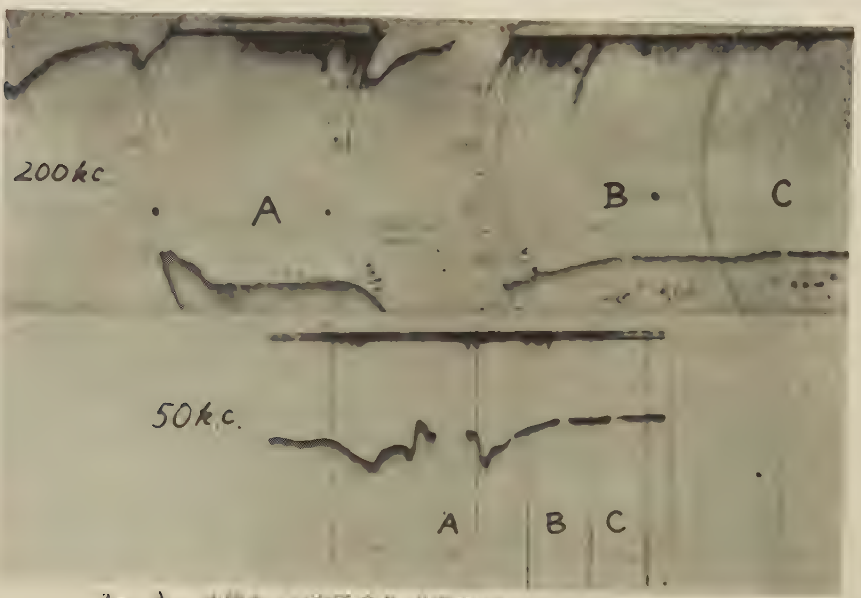
b



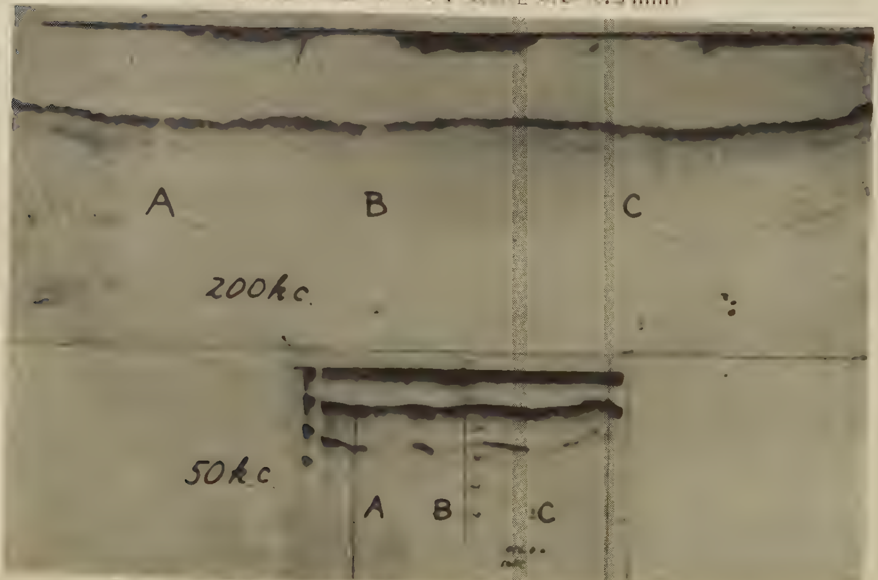
第 6 図　小型船のウエーキによる超音波減衰記録写真

をとると第6図a，bの如くである。第6図aは 50 kc、bは 200 kc の場合で、各図中数字を附してある部分は航跡を横断した点でa図b図はそれぞれ対応している。図より明かな如く、1，2及3では 50 kc に[illegible] 200 kc では[illegible]。4，5，6 の点では何れの周波数の記録も航跡の影響をうけているが、50 kc の方が200 kc より航跡による[illegible]。

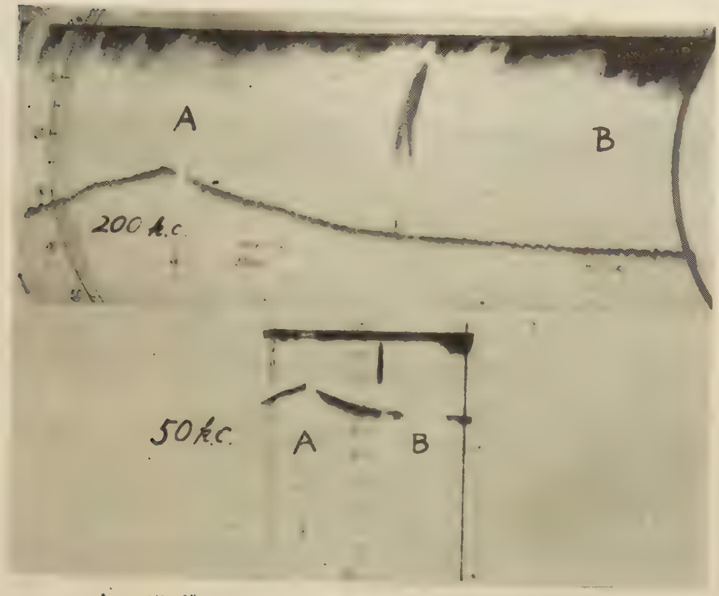
[illegible]



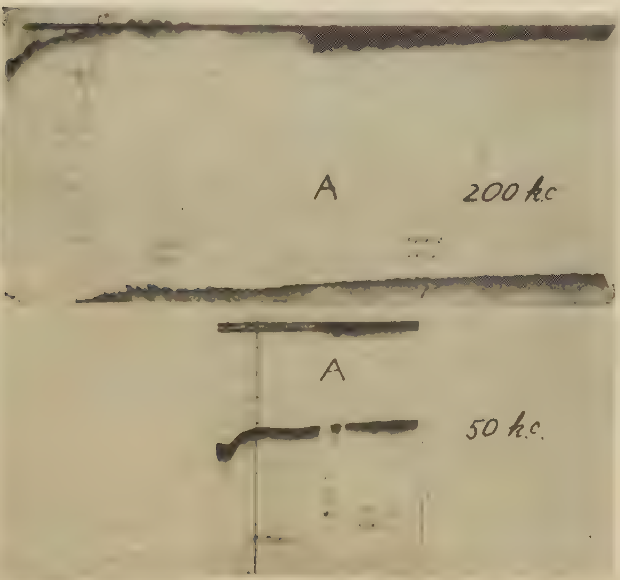
a. A. [illegible]（気泡径 0.2～0.3 mm）
B. [illegible]（木船 20 トン、気泡径 0.2～0.3 mm）
C. [illegible]（木船 15 トン、気泡径 0.2～0.5 mm）



b. A. [illegible]（木船 20 トン、気泡径 0.2～0.5 mm）
B. [illegible]（木船 30 トン、気泡径 0.1～0.3 mm）
C. [illegible]（木船 30 トン、気泡径 0.1～0.3 mm）



c.　A.　進 穣 丸（木船 30 トン、気泡径 0.2～0.3 mm）
　　B.　さくら丸（木船 30 トン、気泡径 0.2～0.5 mm）



d.　A.　すみれ丸（鉄船 200 トン、気泡径 0.2～0.4 mm）

第 7 図　一般船舶のウエーキによる超音波減衰記録写真

東京湾に於て通過する船舶の航跡を捕え、その航跡中に含まれる気泡の大きさを測定し、50 及 200 kc による海底記録の航跡による消滅状況を測定したので2，3の例を参考としてここに述べる。航跡中に含まれる気泡の測定は、船舶が通過して 20～30 秒後に航跡上にゆき、上端を密閉し、水を満したガラス管を水中に立て、そのガラス管を上昇する気泡の速度を計りそれより気泡の大きさを求めた。勿論径の大きな気泡は上昇

速度が速いため既に水面で消滅して了つたと考えられるが、本方法で捕捉し得た気泡の径は 0.1～0.5 mm のものが多かつた。一方魚群探知機の記録から求めた結果では、気泡群は船の大さ、航海状況によつて異るが、その深さは 10 m にも達している。第7図 a, b, c は気泡の測定と同時にとつた 50 kc 及 200 kc 魚群探知機での海底記録で図中上段は 200 kc、下段が 50 kc である。吸収減衰量と気泡の大さ及気泡群の密度との関係は気泡群が可成り厚く広範囲に生じていたので今回は求める事が出来なかつたが 200 kc を使用した方が、50 kc を使用した場合より海底像が消失する度合が少い様な傾向が認められた。

結　　論

1. 直径が 0.1 乃至 1.5 mm の気泡群でその分布密度が 1～4個/cm^3、厚さが 3 cm 程度の気泡層に於ける超音波の吸収減衰量は周波数の増加とともに減少する。28 kc の場合、減衰量が 19 db であるものが、400 kc では 2.5 db でその差は 16.5 db にも達する。

2. 船の航跡中にも実測結果の示す如く、0.1 乃至 1.5 mm 程度の気泡を含んで居り、200 kc の超音波が 50 kc より航跡の影響を余りうけない傾向が認められた。

3. 船底気泡層の性質が、若し本実験に用いた程度の気泡層であれば、船底装備をする魚群探知機には高い周波数の超音波を用いた方が、低いものを用いるより有利であると言える。そこで、今後船底気泡層の性質を究明することにより、船底装備における有利な周波数を決定し得る様、研究を進める積りである。

記録式簡易水平ソーナーの試作並に海上実験

橋本　富寿　間庭　愛信　西村　実

Study on Simplified Record Type SONAR and Its Field Test

Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA

ABSTRACT

It has been arleady reported that the range of horizontal distribution of fish shoal is found by the simplified sonar of 200 kc ultrasound. Fish shoal is sooner found by the sonar than by the vertical direction fish finder.

As the range of distribution of fish shoal and its swimming direction are more clearly known by the horizontal image of shoal recorded on the paper, the writers have made a simplified recorder type sonar as a trial, and made experiments on a buoy, a mole and fish shoal.

By this experiment, its utility has been confirmed. But it is still necessary to modify this apparatus to make it easier to find the range of distribution, direction and swimming direction of fish shoal for practical use.

ま え が き

200 kc 超音波に依る PPI 方式の簡易水平ソーナーを試作し、その海上実験の結果、魚群の水平方向の存在範囲が判り、鉛直方向の魚群探知機より時間的に早く魚群を発見し得ることに就ては既に報告した如くである。[1)]

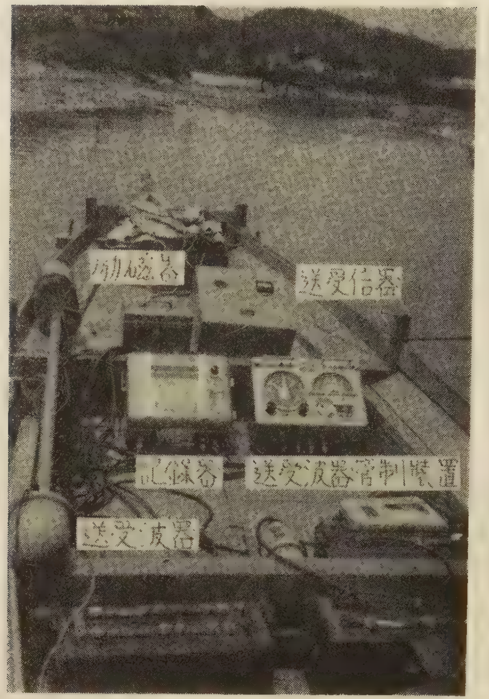
この様に水平方向で捕促した魚群像を記録紙上に表せば魚群の存在範囲、移動方向を更に明確に知ることが出来る故、その基礎実験を行つて実現が可能であることを確めた[1)]ので、筆者らは記録式簡易水平ソーナーを試作し、海上に於てブイ、防波堤、魚群に就き基礎実験を行つた結果に就て述べる。

1. 装 置 の 概 要

この装置の方式は半減角 ±8° の指向特性を以て 100 kc の超音波インパルスを水平方向に送受し、その方位を時々刻々変化させ、自船を中心とする半径 300 m 以内の海域に存在する魚群等を記録紙上に記録させる様な装置である。

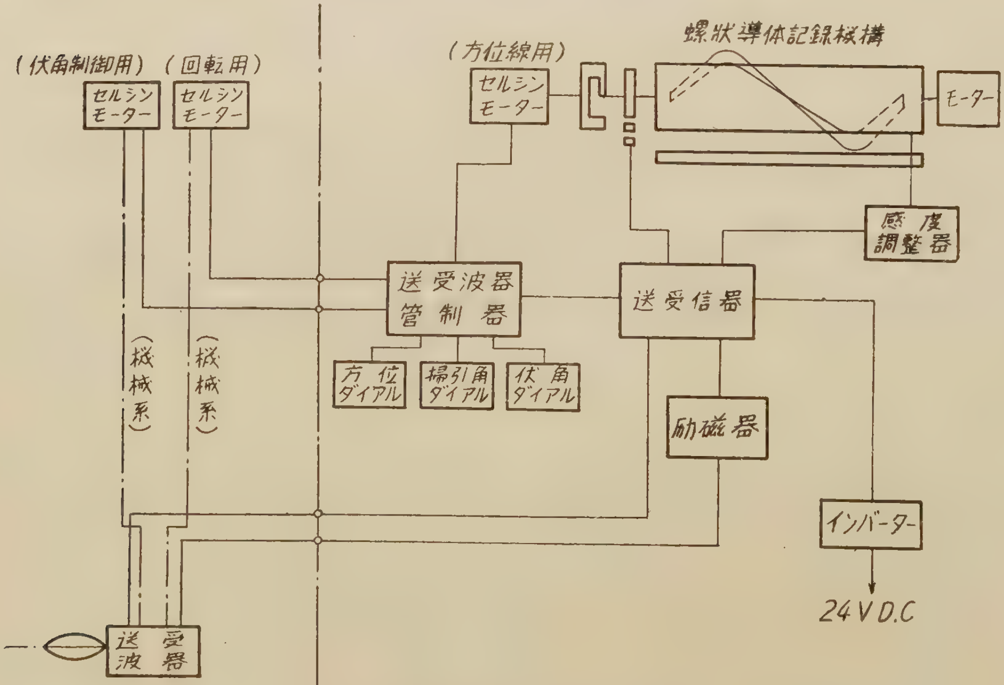
装置は第 1 図に示す様に、記録器、送受信器、送受波器、送受波器支持装置、送受波器管制器、励磁器、インバーターから成り、送受波器を始めとして出来るだけ小型軽量にまとめた。

1)　橋本、菊池、西村、間庭： 200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並びに海上実験、漁研技報第 8 号、昭和 31 年 3 月



第 1 図　記録式水平ソーナーの装置

又第 2 図は此の装置の系統図を示す。



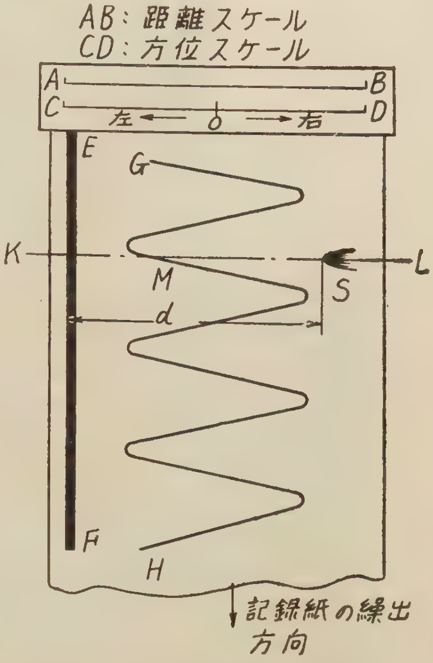
第 2 図　記録式簡易水平ソーナー系統図

この中主要な部分について次に述べる。

(1) 記　録　器

記録機構は瞬間復帰方式即ち螺状導体記録機構を用い、レインヂは 150 m と 300 m で、記録紙はヨードカリ澱粉紙である。螺状導体記録機構に関してはこれを省略するが、[2] これに送受波器の方向角を記録紙上に重畳して記録する様にしたものである。

記録様式は第3図に示す通りであつて、EF は発振線で、S なる反射像が現れれば船からの距離は d で之をスケール AB で読む。同時に送受波器の掃引に同期して方位を指示する線 GH が現れる。反射体 S の方位は之を通つて発振線 EF に垂直な直線 KL と GH との交点 M を方位のスケール CD で読んで左（又は右）何度かを知ることが出来る。



第 3 図　記録様式の説明

(2) 送　受　波　器

送受波器は周波数 100 kc のニツケル磁歪振動子で、之を保持し廻転させる支持装置は既に発表した 200 kc による PPI 方式ソーナーのものとほぼ同様である。送受波器の指向軸の伏角は水平方向から鉛直方向迄任意に与えられる。尚掃引角速度は毎秒 10 度になつている。

(3) 送受波器管制装置

送受波器の掃引角及び伏角の選定は送受波器管制装置で行う。即ちこの装置のダイアルで選定された任意方向、任意掃引角および任意伏角は 2 個のセルシン発信器によつて送受波器支持装置の 2 個のセルシン受信器を駆動させる。1 個は方位系であり、他の 1 個は伏角系である。

掃引角は、船首方向に対し左右の角度を別個に適当に選ぶことが出来る。或は全方向に廻転させることも出来る。この装置によつて先づ広く掃引探知して魚群の方位を知り、次にその方向に狭く送受波器を掃引させることが出来る。

(4) 送　受　信　器

発信部、受信部及び電源部からなる。発信部は真空管発信方式で、パルス巾は 4～10 μS 調整可能である。受信部はスーパーヘテロダイン方式とし、利得は 128 db である。尚抑制調整器を附して近距離の雑音記録を清掃せしめる様になつている。

2. 実　験　結　果

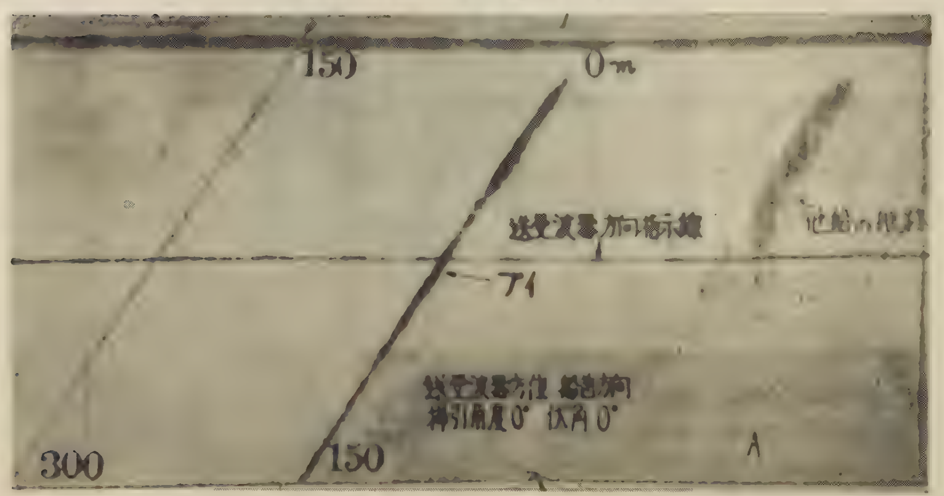
東京湾口久里浜沖に於て基礎的な海上実験を繋船ブイ、防波堤、魚群を目標として行い、その結果は次に述べる通りである。

(1) 繋船ブイの探知実験

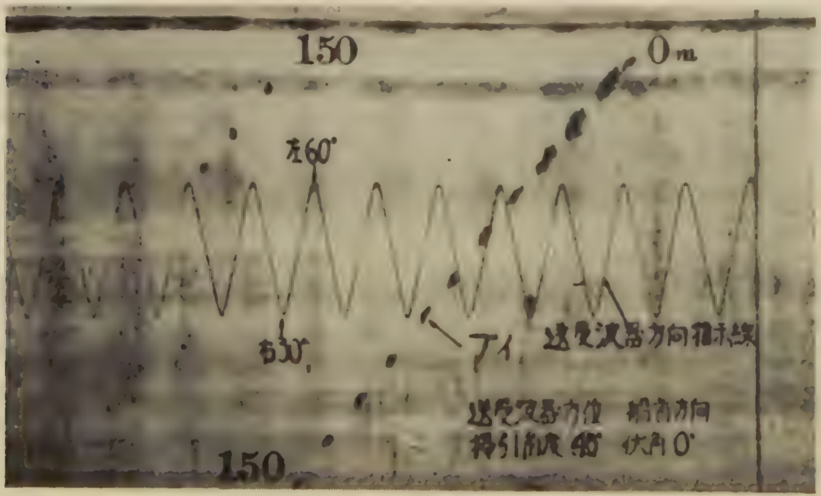
久里浜港内の第 4 図に示す様な直径約 2 m の繋船ブイに向つて一定速度で航行した場合に、送受波器の方位を船首方向に固定させておけば、ブイの像は第 5 図に示す様に発振線に対して船の速度できまる傾斜を

2) 漁研型小型魚群探知機の試作研究、漁船研究技報第 4 号　昭和 28 年 12 月

第 4 図 実験ブイ



第 5 図 ブイの記録像（送受波器を船首方向に固定）



第 6 図 ブイの記録像（掃引角 90°）

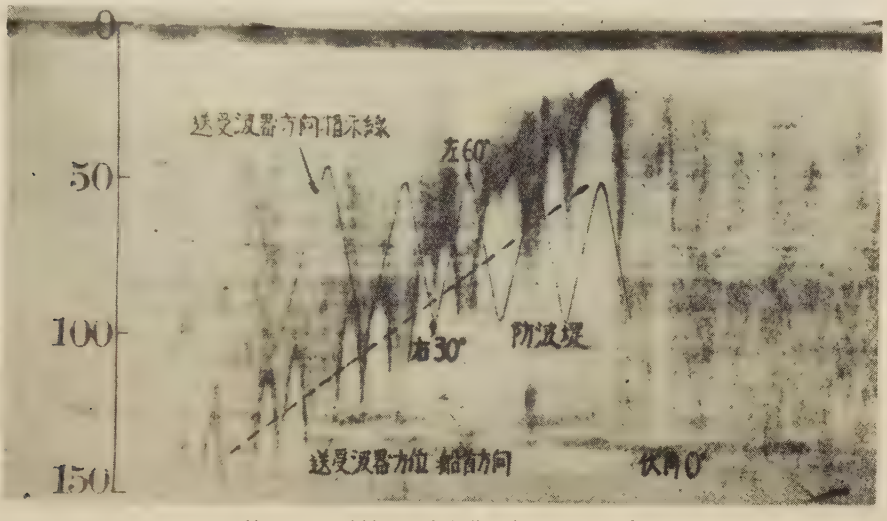
持つた直線になり、この場合約 300 m の距離からブイを捕促している。

尚この記録器は瞬間復帰方式である為、0～150 m, 150～300 m のレインヂが自動的にシフトされる。

同じ実験を送受波器を掃引させて行えば、送受波器が船首方向に向いた時のみ記録される為、第6図に示す様に破線状になる。

（2） 防波堤探知実験

直線状の反射体の一例として防波堤に対し垂直に微速で航行しつつ送受波器を左右に掃引させた場合、第7図の様にほぼ双曲線状に記録される。

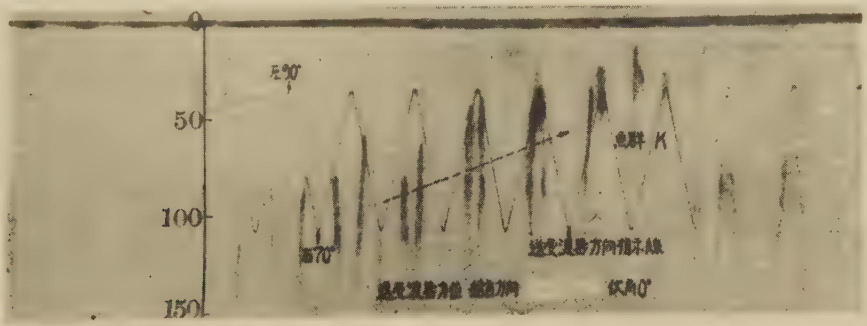


第 7 図 防波堤の記録像（掃引角度 90°）

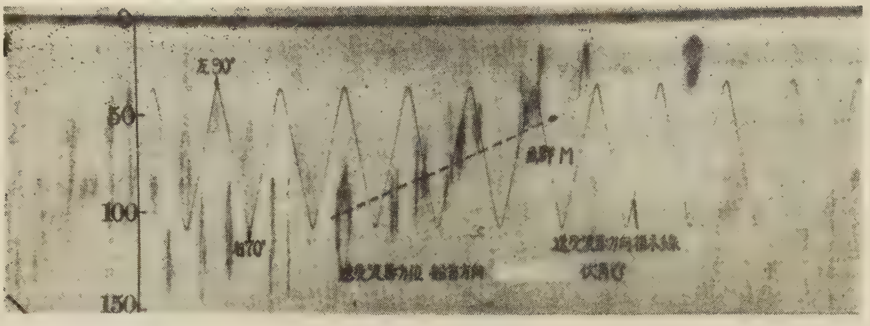
（3） 魚群の探知実験

送受波器を掃引させつつ実際の魚群を捕促した例は第8図、第9図に示す通りであつて魚群に近づく有様が明瞭で、且馴れれば魚群が大体どの方向に居るかが判る。

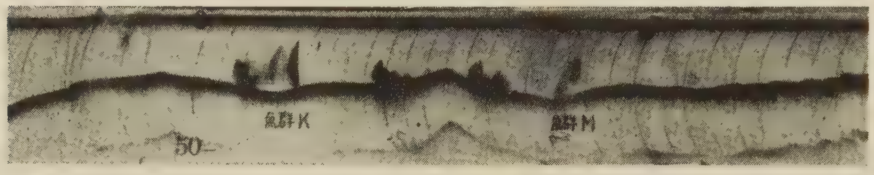
この場合先づ記録式水平ソーナーで探知してからその直上に行つて始めて第10図の様に鉛直方向の魚群探知機で探知した。即ち之らの例では鉛直方向の魚群探知機よりも早く探知出来た。然し PPI 方式水平ソーナーと比較実験をしていないから未だ断定を下すわけには行かないが、魚群の存在範囲をより適確に知り得るという段階には至つていない。



第 8 図 魚群の記録像（掃引角度 160°）



第 9 図　魚群の記録像（掃引角度 160°）



第 10 図　鉛直方向の魚群探知記録（第 8, 9 図の魚群 K, M）

む　す　び

PPI 方式簡易水平ソーナーについで記録式水平ソーナーを試作して、ブイ、防波堤、魚群の探知につき基礎的な実験を行い、実用し得る可能性を確め、魚群は鉛直方向の魚群探知機よりも早く発見出来ることが分つた。

然し試作装置では魚群迄の距離は明瞭に判るが、方位を知るに相当の熟練を必要とし、その存在範囲は明瞭でない。従つて実用に供する為にはこれらを尚一層判読し易い様に改良することが必要であり、目下之の改造中である。

附　　記

（前号までの記載目次）

［附　記］

前号までの掲載目次

漁船研究技報第 1 号

漁船研究技報発刊に際して……（ 1 ）
漁船研究機関設置の経緯……（ 2 ）
漁船用試作振動力計について（推進能力研究 第 1 報）……（ 11 ）
漁艙防熱装置の研究（第 1 報）……（ 31 ）
漁船機関高速軽量化実地研究試験成績……（ 56 ）
磁気羅盆に関する研究（随伴角の問題）……（ 71 ）
磁気羅針儀簡易検定装置の研究……（ 83 ）

漁船研究技報第 2 号

漁船研究技報第 2 号刊行に際して……（ 1 ）
漁船研究の事業概況……（ 2 ）
漁船用試作捩り動力計について（推進能力研究 第 1 報）……（ 4 ）
漁艙防熱装置の研究（第 2 報）……（ 11 ）
二、三の船型試験成績について（水槽試験報告 第 1 報）……（ 19 ）
和船型実験船の計画概要について（小型漁船性能改善研究 第 1 報）……（ 30 ）
機関の微速運転とシリンダー摩耗について……（ 40 ）
磁気羅針儀羅牌の研究……（ 69 ）
磁気羅針儀実験室について……（ 33 ）
魚群探知機に関する研究（周波数に関する研究）……（ 90 ）
魚群探知機に関する研究（油の超音波特性に及ぼす影響 第 1 報）……（ 98 ）
魚群探知機に関する研究（整流覆の送受波器に及ぼす影響）……（100）

漁船研究技報第 3 号

漁船研究技報第 3 号刊行に際して……（ 1 ）
漁船研究室の事業概況……（ 2 ）
二型動力計による漁船試験成績について（推進能力研究 第 3 報）……（ 1 ）
漁艙防熱装置の研究（第 3 報）……（ 11 ）
和洋折衷型実験船の概要について（小型漁船性能改善研究第 4 報）……（ 19 ）
和船型実験船「あかつき」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第 2 報）……（ 35 ）
積層材構造の耐水木材の性能について（小型漁船性能改善研究 第 3 報）……（ 47 ）
船型試験成績について（水槽試験成績 第 2 報）……（ 57 ）
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第 2 報）……（ 87 ）
磁気羅盆に関する研究（随伴角に関する実験）……（111）
磁気羅盆経年変化の一例……（131）
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について……（139）
曳航式中層遠隔水温計の試作研究……（159）
魚群探知機に関する研究……（177）

漁船研究技報第4号

漁船研究技報第4号刊行に際して……(1)
漁船研究室の事業概況……(2)
船型試験成績について（水槽試験成績 第3報）……(4)
改2型動力計による「白嶺丸」の試験成績について（推進能力研究 第4報）……(18)
和洋折衷型実験船「ちどり」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第5報）……(25)
和船型木造漁船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第6報）……(31)
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第3報）……(49)
磁気羅盆に関する研究（制振特性について第1報）……(83)
舶用精密空盒気圧計の試作研究……(102)
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について（第2報）……(112)
魚群探知機に関する研究……(125)

漁船研究技報第5号

漁船研究技報第5号刊行に際して……(1)
漁船研究室の事業概況……(3)

［研 究］

運搬漁船の船型試験成績について（水槽試験成績 第4報）……(7)
和船型木造船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第7報）……(27)
神鷹丸の舵軸振力率試験について……(39)
漁船機関のシリンダー等の摩耗について（第4報）……(49)
磁気羅盆に関する研究（制振特性について 第2報）……(67)
底曳網用自記式網高さ計、G.R. 展開計及びそれらの実験結果について……(73)
魚群探知機の装備に関する研究……(141)
Ⅰ．船底突出型整流覆の形状に関する研究……(141)
Ⅱ．船底気泡層に関する研究……(149)
魚群探知機の記録像より見た海底地形の忠実性について……(155)
D.S.L. の超音波伝播持性に及ぼす影響に関する研究……(167)
魚群探知機によるコンブ群落の探知に関する研究……(167)

漁船研究技報第6号

晴和丸の船型試験成績及試運転成績……大津義徳、横山信立、小林 務……(3)
積層梁曲材の強度試験……大津義徳、和田正三……(15)
漁船機関のシリンダー等の摩耗について……清水三郎、草間喜代松、三浦喜晃、石渡 晃……(27)
自記式網高さ計 G.R. 展開計とそれらのトロール網に就ての実験結果
……熊凝武晴、葉室親正、石井謙治……(41)
海水中に於けるミリメーター波超音波伝播特性並びに魚群探知実験
……橋本富寿、西村 実、間庭愛信……(93)
音響測深より求めた海底地形と海底実形との対比について……橋本富寿、西村 実……(105)
魚群体の超音波反射損失と反射波の性質……橋本富寿、間庭愛信……(113)

漁船研究技報第７号

軽合金漁艇による船体強度実験……………………………………………………………………和田正三……(1)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VI（クローム鍍金シリンダの実地試験）…………………
…………………………………………………………………………………草間喜代松、山田敏夫……(13)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VII（部分クローム鍍金シリンダの実験）…………………
…………………………………………………………………………………草間喜代松、山田敏夫……(23)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VIII（冷却水温度の影響）…………… 三浦喜晃、石渡　晃……(37)
磁気羅盆に関する研究—V（制動液とダンパーに関する実験 第１報）………石井謙治、鈴木　裕……(53)
磁気羅盆に関する研究—VI（試作極地用磁気羅盆の実験 第１報）……………石井謙治、鈴木　裕……(75)

漁船研究技報第８号

蒼鷹丸の可変節推進器試験……………………………………………………………………横山信立……(1)
木造以西底曳網漁船の船型試験成績……………………………………………………………小林　務……(11)
鮭鱒流刺網用計測器（自記式網深さ計、自記式網地長さ計）と其等の実験結果について…………
……………………………………………………………………………………葉室親正、石井謙治……(29)
カニ底刺網に対する自記式網深さ計並びに自記式網高さ計の応用計測について…………葉室親正……(83)
100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性（久里浜湾口における冬期の実験）…………………………
………………………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信、西村　実……(103)
波長が mm となつた場合の魚体における超音波反射損失に関する研究……橋本富寿、間庭愛信……(113)
200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並びに海上実験 …………………………………………
……………………………………………………………橋本富寿、菊池喜充、西村　実、間庭愛信……(119)
北洋鮭鱒漁場における魚群探知実験……………………………………………………橋本富寿、間庭愛信……(131)
カムチヤツカ西沿岸カニ漁場における魚群探知実験について……………………橋本富寿、西村　実……(151)

漁船研究技報第９号

漁船の復元性能についての一考察（その１）中型漁船について……………………………………土屋　孟…(1)
魚艙防熱材の研究 ……………………………………………………………………………………北村悌男…(63)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について～IX（冷却水温度の影響その２）………………………………
………………………………………………………………………三浦喜晃、草間喜代松、山田敏夫…(91)
自記式２点同時計測網高さ計（III型）並びにそのトロール網についての実験結果……………………
……………………………………………………………………………………………葉室親正、石井謙治…(109)
波長が mm の程度となつた場合の魚体における反射損失に関する研究（２）……………………………
……………………………………………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(165)
底魚用魚群探知機に関する研究（1）（底魚用魚群探知機に関する技術的考察並びにその実験）……
……………………………………………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(175)
底魚用魚群探知機に関する研究（2）（50 kc 魚群探知機による底魚探知実験）……………………………
……………………………………………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(183)
底魚用魚群探知機に関する研究（3）（200 kc 魚群探知機によるカニ探知実験）…………………………
……………………………………………………………………………………………橋本富寿、西村　実…(199)
超音波による DSL の研究（2）………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(209)
久里浜湾における水中騒音の測定…………………………………………………………橋本富寿、西村　実…(219)

Appendix: Contents of the Preceding Reports

Technical Report of Fishing Boat No. 1 1950

Upon publication of "Technical Report of Fishing Boat" ……(1)
Establishment of Fishing Boat Studying Organ……(2)
Torsion Meter for Fishing Boat ……(1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 1) ……(31)
Study to Make Fishing Boat Engine High Speed and Light Weight ……(56)
Study on Magnetic Bowl (Report No. 1)……(71)
Study on Simplified Method of Observation of Magnetic Moment of Compass……(83)

Technical Report of Fishing Boat No. 2 1951

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 2……(1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……(2)
Trial Products of Torsion Meter for Fishing Boat (Study in Propulsion Efficiency Report No. 2) ……(4)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 2) ……(11)
Experiments of Model Ships (Tank Test Report No. 1) ……(19)
Outline of Plan of Japanese Type Test Boat (Study of Improvement of Smale Fishing Boat Report No. 1) ……(30)
Minimum Slow-Running of Engine and Wearing of Cylinders ……(40)
Study on Magnetic Compass Card (Report No. 1) ……(69)
On Magnetic Compass Laboratory ……(83)
Study on School Finder ……(90)
Study on School Finder (Influence of Oil on the Characteristics of Supersonic Wave, Report No. 1) ……(98)
Study on School Finder (The Effect of Vibrator Cover) ……(100)

Technical Report of Fishing Boat No. 3 1952

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 3……(1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……(2)
Experimental Results on Actual Ships by No. 2 Type Torsionmeter (Study Propulsion Efficiency, Report No. 3)……(1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 3) ……(11)
On the Outline of an Experimental Boat Compromising Japanese and Foreign Type……(19)
On the Trial Performances of the Japanese Type Experimental Boat "Akatsuki" ……(35)
On the Characteristics of Water Proof Laminated Wood ……(47)
Experimental Results of Ship Forms……(57)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 2) ……(87)
Study on Magnetic Compass Bowl (Experiments on Waked Angle) ……(111)
An Example of Durability of Magnetic Compass Bowl……(131)

Catch Gauge for Two Boat Trawler .... (139)
Experiments on Manufacturing of Remote Control Towing Thermometer for Mid Water .... (159)
Study on School Finder .... (177)

Technical Report of Fishing Boat No. 4 1953

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 4 .... (1)
Outline of Business at Fishing Boat Laboratory .... (2)
Experimental Results of Ship Forms (Tank Test Results, Report No. 3) .... (4)
Experimental Results of the Actual Ship's Trial by the Improved No, 2 Type Torsion Meter (Study in Propulsion Efficiency Report No. 4) .... (18)
Trial Results of the Compromised Japanese and Foreign Type Experimental Boat "Chidori" .... (25)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat .... (31)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No 3) .... (49)
Study on Magnetic Compass Bowl (Damping character of Compass Card) .... (83)
Marine Aneroid Barometer .... (102)
Catch Gauge for Two Boat Trawler .... (112)
Study on Fish Finder .... (125)
I Trial Products of Fishing Boat Laboratory Type Small Fish Finder .... (125)
II Characteristic of Ultrasonic Transducer in Mounting Tank .... (130)
III Sounding by Fish Finder .... (134)
IV Sounding of Artificial Schools, Sea Plants Fields by Fish-Finder .... (138)

Technical Report of Fishing Boat No. 5 1954

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 5 .... (2)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory .... (5)

[Studies]

Tank Test Results of Fish Carrier (Tank Test Results, Report No. 4) .... (7)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat (Research on the Improvement of the Characteristics of small Fishing Boat) .... (27)
Rudder Torque Measurements of the Trawler "Shin-yo-maru" .... (39)
Wearing of Cylinders of Fishiyg Boat Engine .... (49)
Study on Magnetic Compass Bowl .... (67)
Automatic Net-Height Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Two-Boat Trawler and Results of Experiment for These Apparatuses .... (73)
Mounting of Transducer of the Echo-Sounder .... (141)
I Study on the Form of Projected Streamlined Cover .... (141)
II The Bubble Layer under the Ship Bottom .... (149)
Reliability of Record of Shaps for Sloped Sea Bottom Oktained by Ultrasonic Echo-Sounder .... (155)
Influence of D,S.L. on the Characteristics of Ultrasonic Wave Propagation .... (167)
Study on Detection of the Japanese Tang Field by the Ultrasonic Echo-Sounder .... (187)

Technical Report of Fishing Boat No. 6 March 1955

Experimental Results of Model Test and Actual Ships Trial of the "Seiwa-Maru" .... Yosinori OTSU, Nobutatsu YOKOYAMA, Tsutomu KOBAYASHI ...... (3)
Strength Test of Laminated Beam Knees .... Yoshinori OTSU, Shozo WADA ...... (15)
Wears of Cylinder etc. of Fishing Boat Engine-V .... Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA. Yoshiaki MIURA, Akira, ISHIWATARI ...... (27)
Automatic Net-heigh Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Trawler and Results of Experiment for these Apparatuses .... Takeharu KUMAGORI, Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII ...... (41)
Propagation characteristics of High Frequency Ultrasonic in Sea Water .... Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA ...... (93)
Reliability of Record for the Shape of Sea Bottom Obtained by ultrasonic Echo- sounder .... Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISIMURA ...... (105)
Ultrasonic Reflection Loss on Fish Shoal and Characteristics of the Reflected Wave .... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA ...... (113)
(Appendix) Contents of the Preceding Reports .... (141)

Technical Report of Fishing Boat No. 7 January 1956

Structural Strength Investigation on Alminium Fishing Boat .... Shozo WADA ...... (1)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VI (Results of porous chromium plated by practical use) .... Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA ...... (13)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VII (Cylinder of knurled and chromium plated partly) .... Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA ...... (23)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VIII (Effect on temperature of Cooling Water) .... Yoshiaki MIURA, Akira ISHIWATARI ...... (37)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report V (Experiments on Compass liquid and Damper) .... Kenjl ISHII, Hiroshi SUZUKI ...... (53)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report VI (Experiments on High Latitude Compass Bowl, No. 1) .... Kenji ISHII, Hiroshi SUZUKI ...... (75)

Technical Report of Fishing Boat No. 8 March 1956

Experiment of Controllable Pitch Propeller of the "Sōyō-Maru" .... Nobutatsu YOKOYAMA ...... (1)
Experimental Results of Model Tests for Wooden Two-Boat Trawler .... Tsutomu KOBAYASHI ...... (11)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Automatic Net Length Meter for Salmon Gill Net and the Results of Measurement at Sea ... Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII ...... (29)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Net Hight Meter for the Crab Tangle Net at Its Practical Application .... Chikamasa HAMURO ...... (83)
Propagation Characteristics of High Frequency Ultrasound in Sea Water .... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA ...... (103)
Study on Reflection Loss of Ultrasonic Wave on Fish-body by Milimeter Wave .... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA ...... (113)
Study on Simplified SONAR of 200 kc Ultrasound and Its Field Test .... Tomiju HASHIMOTO, Yoshimitsu KIKUCHI, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA ...... (115)
Experiment of Fish-finding at Fishing-Ground of Salmon in the North Pacific Ocean .... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA ...... (131)
Study on Application of Echo-sounder for Fishing-ground of Crab at the Okhotsk Sea, Western Waters of Kamchatsker Peninsula ... Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA ...... (151)

Technical Report of Fishing Boat No. 9 September 1956

A Note of Fishing Boat Stability (Report No. 1, Medium Type Boat) ······················· Tsutomu TSUCHIYA···(1)
Study of Fish Hold Insulation Materials ··························Yasuo KITAMURA···(63)
Wears of Cylinder of etc. Fishing Boat Engines—IX (Effect on Temperature of Cooling Water No. 2) ························ Kikō MIURA, Kiyomatsu KUSAMA & Toshio YAMADA···(91)
Automatic Net-height meter Measuring Simultaneously two points of the Trawl net, and Results of Experiments for these Apparatuses······Chikamasa HAMURO & Kenji ISHII···(109)
Study on Reflection Loss of Ultrasound Milimeter Wave on Fish-body ······················· Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(165)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 1) (Technical Examination and Experiment on Fish-finder for Ground-fish) ······ Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(175)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 2) (Study on Finding of Ground-fish by 50 kc Fish-finder) ································· Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(183)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 3) (Study on Detection of Ground-fish by 200 kc Fish-finder) ····························· Tomiju HASHIMOTO & Minoru NISHIMURA···(199)
Study of DSL by Ultrasonic Wave (2)············Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(209)
Study on Measurement of Under-water Noises At Kurihama Bay ····························· Tomiju HASHIMOTO & Minoru NISHIMURA···(219)

昭和 32 年 4 月 25 日 印刷
昭和 32 年 4 月 30 日 発行

漁 船 研 究 技 報
第 10 号

東京都千代田区霞ヶ関 2—1
発 行 所　水 産 庁 生 産 部
編 輯 者　調査官 大 津 義 徳

東京都中央区新富町三ノ六
印 刷 所　日 本 応 用 印刷株式会社
印 刷 者　田 中 忠 雄